ISSN 0188-7297

Instituto Mexicano del Transporte

SCT
Secretaría de Comunicaciones y Transportes

+Certificación ISO 9001:2008 ‡

Manual del Usuario del Programa de Selección de Tren Motriz (PSTM) para su aplicación en página *Web*

Mercedes Yolanda Rafael Morales
Luis Gerardo Sánchez Vela

Publicación Técnica No. 419
Sanfandila, Qro, 2014

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Manual del Usuario del Programa de Selección de Tren Motriz (PSTM) para su aplicación en página Web

Publicación Técnica No. 419
Sanfandila, Qro, 2014

Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Ingeniería Vehicular e Integridad Estructural del Instituto Mexicano del Transporte, por la Dra. Mercedes Yolanda Rafael Morales y el Ing. Luis Gerardo Sánchez Vela.

Se agradece al Dr. Miguel Martínez Madrid, Coordinador de Ingeniería Vehicular e Integridad Estructural, su apoyo para la realización del presente trabajo.

Los autores agradecen a la Ing. María Ariadna Sánchez Loo del Área de Telemática del Instituto Mexicano del Transporte, su apoyo para la programación del Programa de Selección de Tren Motriz (PSTM) en formato de Web.

Contenido

Resumen

El Programa de Selección del Tren Motriz (PSTM) es una herramienta de computo en formato Web desarrollada en el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), como una herramienta de apoyo a las empresas de autotransporte del Servicio Público Federal, que permite seleccionar los componentes del tren motriz de los vehículos de servicio pesado (VSP), considerando el uso eficiente de combustible, la capacidad de arranque y capacidad de ascenso en pendiente. Este programa también permite evaluar trenes motrices de los VSP existentes en el mercado, ya sea de carga o de pasaje.

El PSTM permite además evaluar los índices de aprovechamiento vehicular, considerando la ruta de operación, el tipo de carga, el peso de la carga y la capacidad de diseño del vehículo.

Se utilizó como base la Publicación Técnica No. 346 “Método para la configuración del tren motriz de vehículos del servicio pesado con uso eficiente de combustible”, para desarrollar el algoritmo de programación del Programa de Selección de Tren Motriz (PSTM) para su aplicación en página Web.

Palabras clave: *Tren Motriz, uso eficiente de combustible, vehículo de servicio pesado.*

Abstract

A software program for selection Powertrain (PSP) of heavy duty vehicles (HDV), was developed as a software tool in Web format in the Mexican Institute of Transport (IMT), for the selection or evaluation of powertrain components heavy vehicles either cargo or passengers. This program takes into account the energy efficiency of engine, the startability and gradeability on climbs with acceptable speed.

The PSP also evaluates rates vehicular use, considering the operation route, the type of load, the weight of the load and the design capacity of the vehicle.

The publication No. 346, "Method for powertrain configuration of heavy-duty vehicles with fuel efficiency" is the base to development of the PSTM programming algorithm for application in web page.

Keywords: Powertrain, fuel-efficient, heavy-duty vehicle.

Resumen ejecutivo

Debido a que la selección técnica de los componentes del tren motriz resulta ser un trabajo laborioso, se desarrolló un programa de computo de una metodología que permite realizar la selección de los componentes del tren motriz, la evaluación de un vehículo nuevo o de uno usado, considerando el cumplimiento de la normatividad que existe en México para limitar velocidad, pesos y dimensiones. Esta metodología se presenta en la Publicación Técnica No.346 del Instituto Mexicano del Transporte. El programa para la selección del tren motriz (PSTM), funciona en un sistema *Windows* en una computadora personal.

Por lo anterior ante la necesidad de los usuarios para tener acceso al PSTM, se realizó el diseño y programación del PSTM para que se pueda utilizar vía internet. Este programa es una herramienta computacional que le permite al transportista seleccionar o evaluar los componentes del tren motriz de los vehículos de servicio pesado considerando el uso eficiente de combustible, la capacidad de arranque y la capacidad de ascenso en pendientes en las diversas carreteras del país.

El presente manual del PSTM vía W*eb*, permite conocer el funcionamiento y utilización del *software,* así como los requerimientos para su aplicación.

El Capítulo 1 describe el acceso al PSTM vía *Web*, los requerimientos y la ubicación del programa en la página W*eb* del IMT.

El Capítulo 2 muestra la ejecución del PSTM y el acceso a cada módulo que lo integran.

En el Capítulo 3 se presenta el módulo que determina los índices de aprovechamiento del vehículo, se define cada índice y se presenta un caso de estudio para el cálculo de los índices de aprovechamiento de un tractocamión articulado clase T3-S2-R4.

En el Capítulo 4 se lleva acabo la selección de un tren motriz considerando las características de cada uno de los elementos que lo componen, por lo que se define el vehículo, llanta, transmisión, motor y diferencial, basada en la normatividad vigente.

En el Capítulo 5 se presenta, a manera de ejemplo la selección de un tren motriz para un vehículo de servicio pesado clase T3-S1-R2 con un peso bruto vehicular de 52 000 kg. Se presentan las pantallas que se generan, como son: la tabla de cálculo de velocidades del vehículo con las características del tren motriz y los diagramas de velocidades y capacidad de ascenso.

En el Capítulo 6 se presenta el módulo de evaluación del tren motriz de un VSP, con las pantallas que se generan de la tabla de cálculo de velocidades del vehículo, las características de cada elemento evaluado del tren motriz, los diagramas de velocidades y capacidad de ascenso.

En el Capítulo 7 se presenta un ejemplo para utilizar el módulo de altas de los componentes del tren motriz cuando estos no se encuentran en la base de datos del PSTM, tanto para el módulo de selección como para el de evaluación.

Los resultados que se obtienen con el Programa de Selección del Tren Motriz, son presentados en una tabla con las velocidades máximas que desarrollan en cada cambio de la transmisión seleccionada y los otros componentes del tren motriz seleccionado. Las gráficas que se generan son el diagrama de velocidades y el diagrama de capacidad de ascenso, en donde se presenta el valor máximo de la capacidad de arranque que puede lograr el vehículo.

1 Introducción

La tarea de realizar la configuración del tren motriz es compleja, debido a que se tienen que realizar una gran cantidad de configuraciones para lograr el tren motriz óptimo, que le permita al transportista lograr un uso eficiente de combustible, cumplir con las normas de pesos y dimensiones, así como la norma de velocidad que rige en los caminos de jurisdicción federal. Por lo anterior el transportista necesita contar con una herramienta, que le ayude en la configuración del tren motriz de los vehículos que satisfagan sus necesidades.

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT) se dio a la tarea de diseñar y desarrollar un programa de cómputo que se pueda utilizar vía internet, para que el transportista cuente con una herramienta de fácil acceso y que le permita configurar o evaluar el comportamiento de diferentes trenes motrices de acuerdo con sus necesidades.

El programa de selección del tren motriz (PSTM) considera los pesos y dimensiones establecidos en la Norma Oficial Mexicana *NOM-012-SCT-2-2008, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal*. Si el valor establecido en dicha Norma se excede, el programa no realiza la selección del tren motriz, se consideraron en el programa 3 000 metros como altitud máxima sobre el nivel del mar.

1.1 Requerimientos

Los requerimientos necesarios para usar el Programa de Selección de Tren Motriz son el *hardware* y el *software.*

*Hardware: S*on todos los componentes y dispositivos físicos tangibles que forman una computadora. Se consideran dos tipos de hardware; el *hardware* básico, que son las piezas fundamentales e imprescindibles para que la computadora funcione como son: el CPU (placa base), monitor, teclado y ratón; el *hardware* complementario: son todos aquellos dispositivos adicionales como pueden ser: impresora, escáner, cámara de vídeo digital, *web*cam, etc.

Software: Son los programas y datos que almacena la computadora.

El *hardware* y el *software* requerido para que pueda utilizarse el PSTM es:

- Sistema operativo Windows XP o superior.
- Procesador de 32 bits (x86) o 64 bits (x64).

- Un navegador *web*, de preferencia Internet *Explorer, Google Chrome, Mozilla Firefox*, con sus respectivas actualizaciones.

1.2 Procedimiento para el acceso al PSTM vía *Web*

Para tener acceso al Programa de Selección del Tren Motriz (PSTM), es necesario abrir la página *web* del Instituto Mexicano del Transporte (http://www.imt.mx) como se muestra en la Figura 1.1.

Al entrar en la página del sitio *web* del IMT, se dirige con el cursor a la parte superior derecha de la página y se ubica la sección de Micrositios (Figura 1.2).

En Micrositios se localizan las coordinaciones del IMT, se ubica el Micrositios de Ingeniería Vehicular e Integridad Estructural (IVIE) (Figura 1.3), en este sitio se presentan los Servicios de Investigación de dicha coordinación y en él se encuentra ubicado el acceso directo al PSTM (Ver Figura 1.4).



Figura 1.1 Sitio web del Instituto Mexicano del Transporte http://www.imt.mx

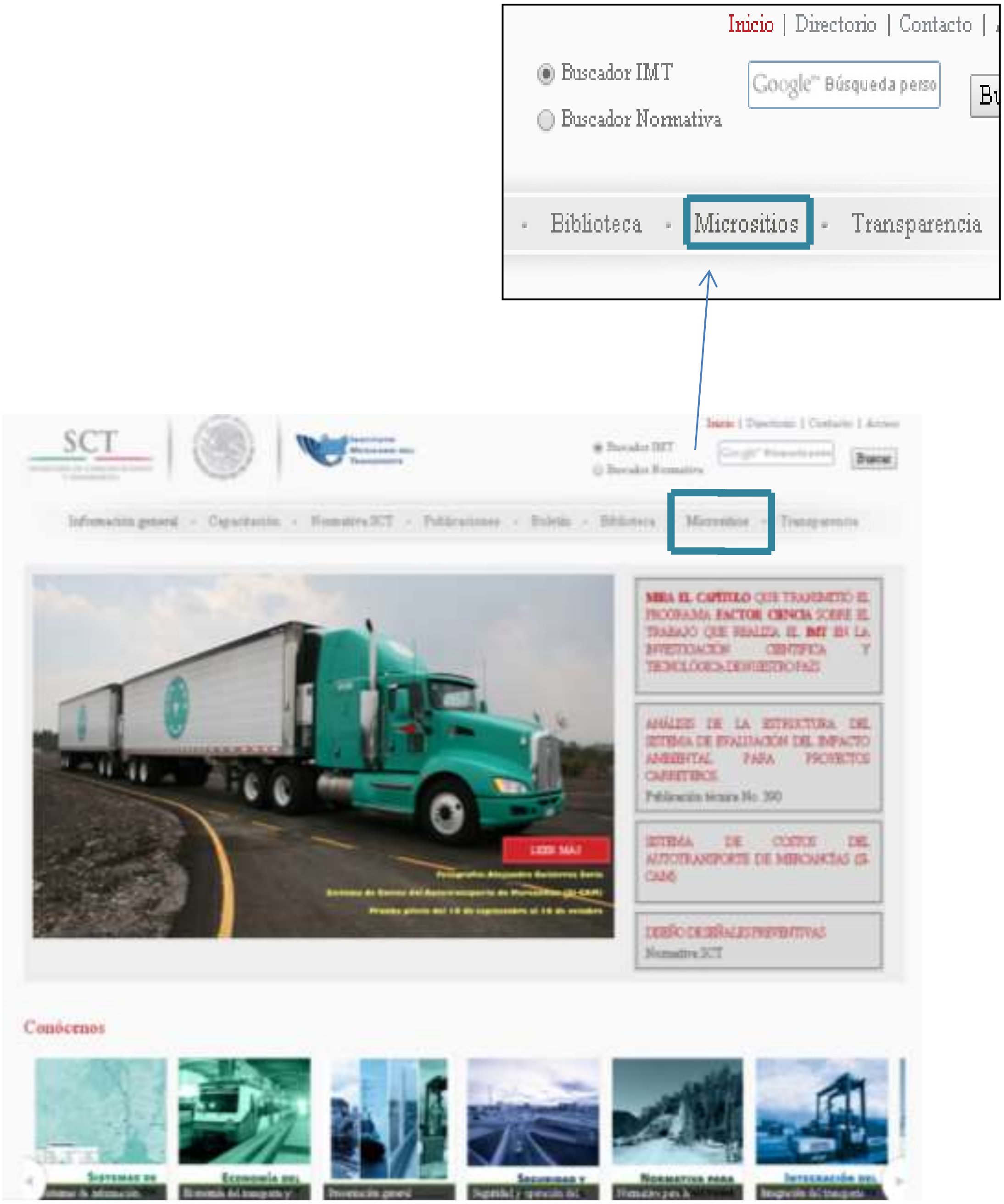


Figura 1.2 Ubicación de Micrositios

El siguiente paso es poner el cursor sobre la pestaña de Micrositios, para que despliegue el sitio donde se encuentra ubicado el PSTM, ver Figura 1.3.



Figura 1.3 Ubicación del Micrositio de Ingeniería Vehicular e Integridad Estructural



Figura 1.4 Ubicación del Programa de Selección de Tren Motriz

Para ingresar al programa, se da un clic primario (lado izquierdo del ratón de la computadora), en donde aparece Programa de Selección de Tren Motriz. (Ver Figura 1.5).



Figura 1.5 Acceso directo al Programa de Tren Motriz

Al ingresar aparecerá una pantalla con el PSTM en donde aparecen los módulos de operación del programa, ver la Figura 1.6.



Figura 1.6 Programa de Selección de Tren Motriz

2 Ejecución del Programa de Selección de Tren Motriz *–PSTM-*

2.1 Ejecución

Una vez que el usuario ingreso al PSTM, aparece en la pantalla el menú con los módulos que lo integran que son: **Índices**, **Selección** y **Evaluación,** Figura 2.1.

El menú principal del Programa de Selección del Tren Motriz contiene las opciones para acceder a cada uno de los módulos como se observan en la Figura 2.2. Cada módulo se describirá en la sección correspondiente de este manual.



Figura 2.1 Programa de Selección del Tren Motriz



Figura 2.2 Menú del PSTM

I. El módulo índices, determina el aprovechamiento del vehículo por parte de la empresa (Rafael, 1999):

II. El módulo Selección, es el que realiza la selección de cada uno de los elementos que componen el tren motriz.

III. El módulo Evaluación se utiliza cuando ya se conoce un tren motriz y se desea evaluar, para conocer si la configuración permite lograr una eficiencia energética a través del diagrama de velocidades y la capacidad ascenso que puede lograr.

2.2 Selección de los módulos del PSTM

Para la selección de cada uno de los módulos del PSTM, se posiciona el cursor del *mouse* sobre uno de ellos, tal como se muestra en la Figura 2.3 y se seleccione con un clic del botón primario (botón izquierdo) del *mouse*, para este caso se selecciona "Índices"



Figura 2.3 Selección de un módulo

2.2.1 Acceso al módulo de Índices

Una vez seleccionado el módulo de Índices, se despliega el módulo tal como como se presenta en la Figura 2.4.



Figura 2.4 Módulo de Índices

2.2.2 Acceso al módulo de Selección

Cuando se accede al módulo de Selección, se presenta el tipo de transporte, la altitud sobre el nivel del mar y el peso bruto vehicular (PBV), tal como se observa en la Figura 2.5.



Figura 2.5 Módulo de Selección

2.2.3 Acceso al módulo de Evaluación

Al seleccionar el modulo Evaluación, se despliega el tipo de transporte que se desea evaluar, tal como se muestra en la Figura 2.6.



Figura 2.6 Modulo de Evaluación

3 Módulo de Índices

Este módulo realiza el cálculo de los índices de aprovechamiento del vehículo, para que el transportista conozca el comportamiento de la utilización de cada unidad que integra su flota (Rafael, 1999).

Los índices que se determinan son:

Índice kilométrico (I_k): Este índice representa la relación entre la utilización del vehículo con base en la distancia anual real recorrida por el vehículo y la distancia anual que la empresa determine como norma de recorrido “ideal”.

Índice de recorrido con carga (I_{rc}): El índice de recorrido con carga predice el porcentaje del recorrido en vacío de la unidad, es decir, establece la relación de utilización de la capacidad útil del vehículo, esto es, la relación entre el kilometraje realizado con carga (o pasajeros) y el kilometraje total efectuado

Índice de carga (I_c): El índice de carga representa el aprovechamiento de la capacidad de carga útil del vehículo. Este índice se determina considerando el promedio de carga, en kilogramos o el número de pasajeros transportados, con respecto a la capacidad útil del vehículo.

Índice de aprovechamiento vehicular (I_{av}): El índice de aprovechamiento vehicular relaciona el número de toneladas-kilómetro (pasajero-kilómetro) realmente transportadas y el número de toneladas-kilómetro (pasajero-kilómetro) ofertadas por la empresa.

Para tener acceso al módulo de Índices se requieren cinco variables, que son:

- Tipo de transporte
- Distancia recorrida anualmente
- Distancia con carga
- Unidades transportadas por viaje
- Capacidad de la unidad

Con los datos anteriores se calculan los Índices de operación del vehículo, como se muestra en la Figura 3.1.



Figura 3.1 Modulo de Índices

3.1 Procedimiento para el uso del módulo de los Índices

Para la ejecución de este módulo es necesario contar con una serie de información, la cual se describe a continuación:

Tipo de Transporte: Carga o Pasaje

En la primera línea se deberá especificar el tipo de transporte. Es decir se tiene que especificar si es carga o pasaje, seleccionando con un clic primario del ratón el tipo de transporte que se pretende evaluar, ya sea carga o pasaje. (Ver Figura 3.2).

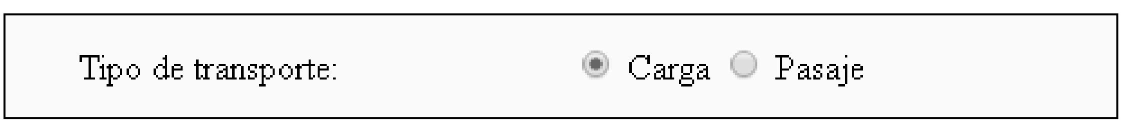


Figura 3.2 Tipo de Transporte

Distancia recorrida anualmente

Una vez seleccionado el tipo de transporte, se activan los recuadros que aparecen debajo del tipo de transporte.

- Anotando la distancia real recorrida anualmente en kilómetros, esta distancia puede ser diferente de la distancia ideal anual establecida por la empresa, sin embargo esta distancia no puede ser mayor que la distancia ideal anual establecida por la empresa.

Distancia recorrida con carga

- En este recuadro se anota la distancia recorrida con carga, también en kilómetros, esta distancia no puede ser mayor que la distancia ideal anual.

Unidades transportadas por viaje

- En este recuadro se escriben las unidades transportadas por viaje, en el caso de carga se anota la cantidad en toneladas por viaje (ver Figura 3.3) y para el caso de pasaje se anota la cantidad de pasajeros que transporta por viaje (ver Figura 3.4).

Capacidad de la unidad

- El último recuadro corresponde a la capacidad de la unidad, en donde se anotan las toneladas (ver Figura 3.3), o número de pasajeros según sea el caso (ver Figura 3.4)

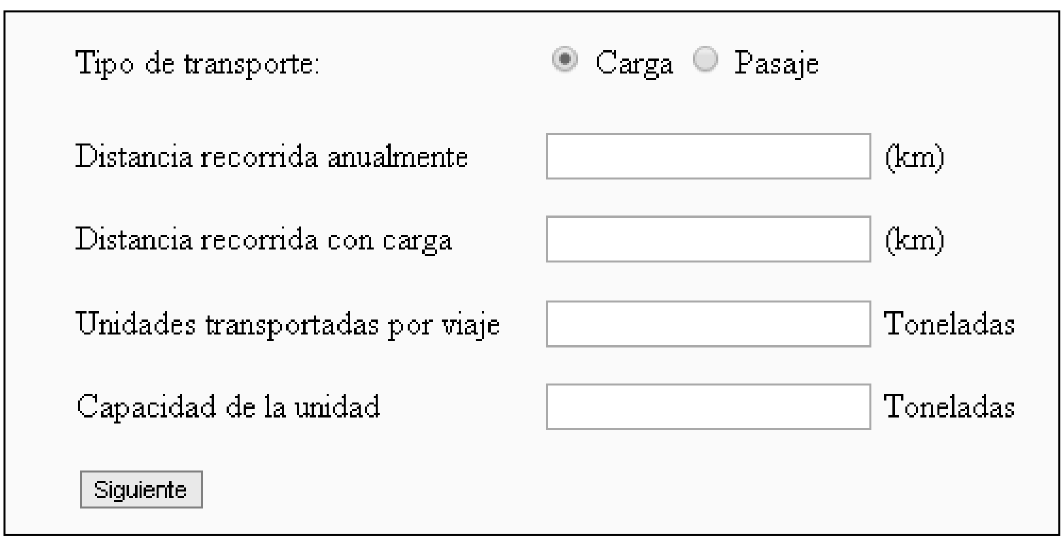


Figura 3.3 Datos para unidad de carga

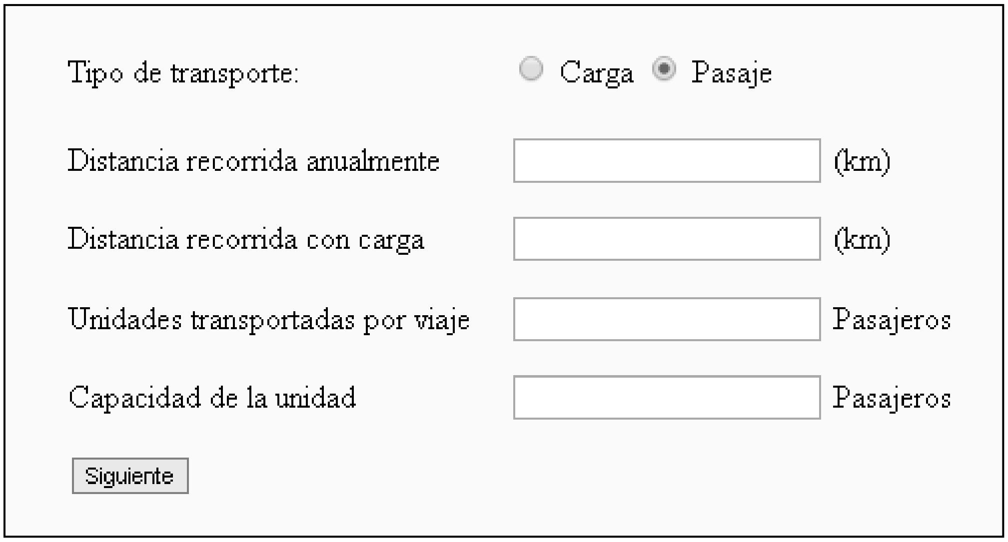


Figura 3.4 Datos para unidad de pasaje

Una vez que se llenan los recuadros, presione con un clic primario el botón que aparece debajo de los parámetros establecidos, que corresponde a "Siguiente", como se muestra en la Figura 3.5.

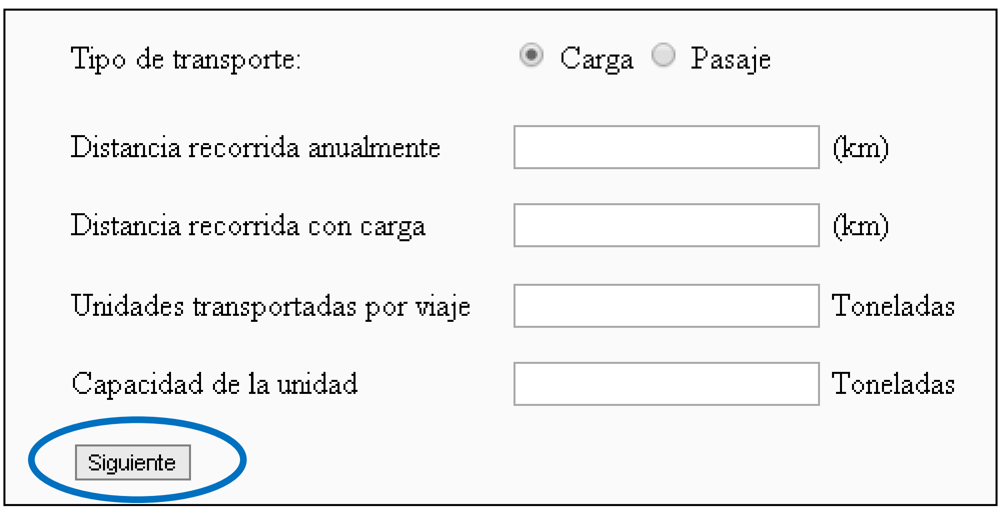


Figura 3.5 Botón para el cálculo de Índices

A continuación se presenta un ejemplo de la información requerida para el módulo de índices y el resultado de cada uno de ellos. El resultado de los índices aparecerá en la pantalla que se muestra en la Figura 3.6 y en la parte lateral derecha de la pantalla aparece escrita el significado de cada uno de los índices.

<u>Ejemplo:</u> Se desea conocer los Índices de Aprovechamiento Vehicular de un tractocamión articulado claseT3-S2-R4 con una carga de 70 toneladas, la distancia recorrida anualmente de 150 000 km. La distancia recorrida con carga es de 100 000 km anuales.

El primer paso es seleccionar el tipo de transporte: En la pantalla aparece cargo o pasaje: se selecciona para nuestro ejemplo carga.

En distancia recorrida anualmente: se escriben los 150 000 km.

En distancia de recorrido con carga: se escriben los 100 000 km.

En las unidades transportadas por viaje: colocar las 70 toneladas,

En la Capacidad de la unidad: la NOM-012-SCT-2008, establece 66.5 toneladas,

Al proporcionar los datos al PSTM en el módulo de Índices, entrega los resultados y la descripción de cada índice de aprovechamiento del vehículo, como se muestra en la Figura 3.6

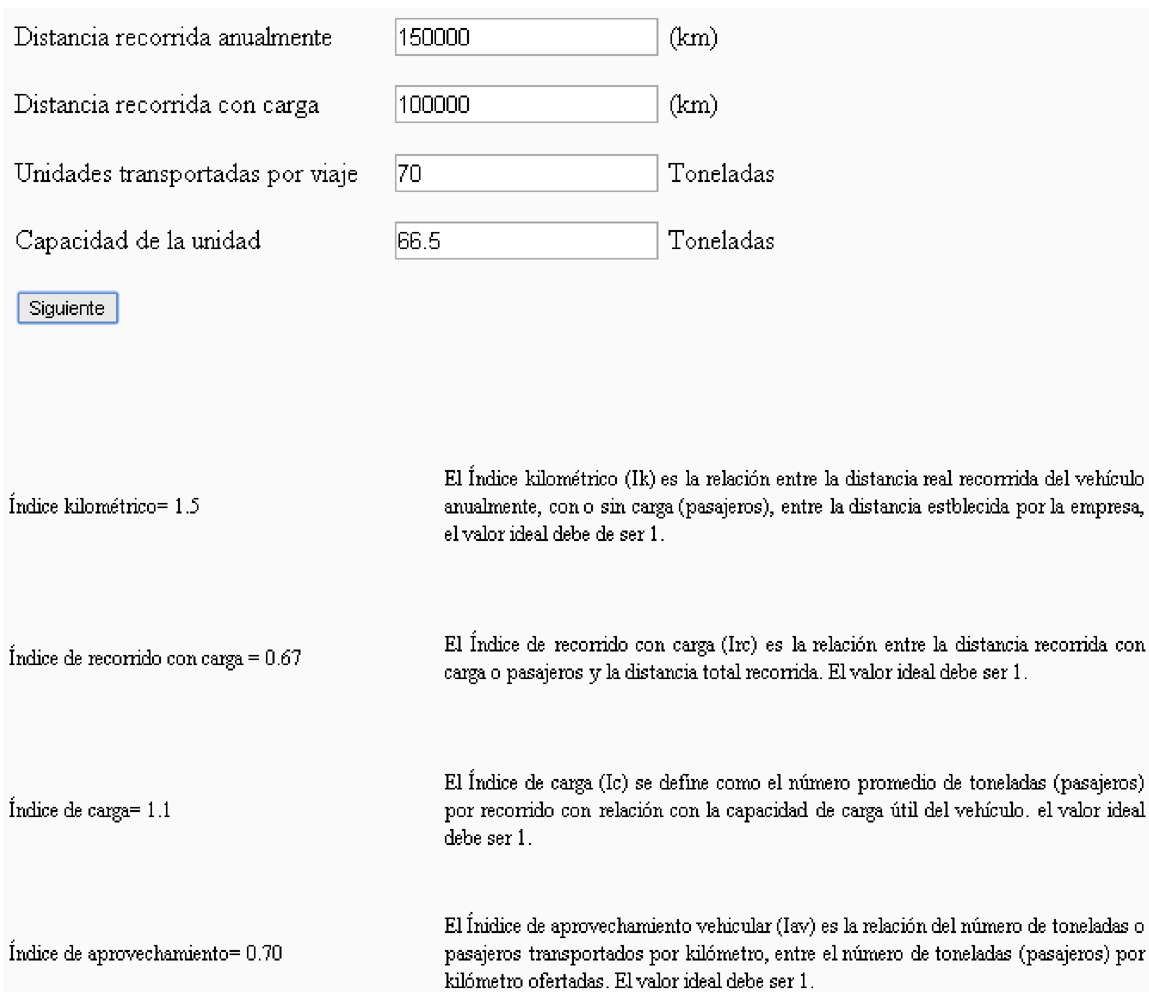


Figura 3.6 Ejemplo de los Índices para un T3-S2-R4

4 Módulo de Selección

El PSTM considera los pesos y dimensiones establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, *Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal*. Si se excede el valor del peso máximo establecido en la Norma, el programa no realiza la selección del tren motriz.

La altitud máxima permitida en el programa es 3 000 metros sobre el nivel del mar.

Este módulo del programa, es el que lleva acabo la selección de un tren motriz considerando las características de cada uno de los elementos que lo componen, de esta manera permite lograr una configuración adecuada a las necesidades del transportista.

Una vez que se accede al PSTM, se elige el segundo módulo de Selección, como se muestra en la Figura 4.1.



Figura 4.1 Modulo de Selección

4.1 Selección del tren motriz

Una vez, que se accede al módulo de selección, aparecen en la pantalla los datos requeridos para que el PSTM, inicie la selección de cada elemento del tren motriz, tal como se muestra en la Figura 4.2.

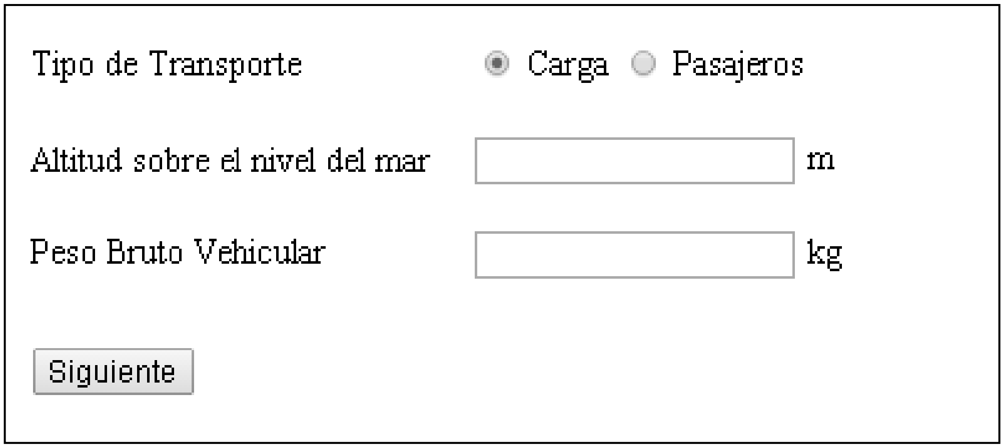


Figura 4.2 Primera pantalla de la opción de Selección

En la primera línea se indica el tipo de transporte que se desea seleccionar, Carga o Pasajeros, según sea el caso, en la segunda línea se registra la altitud sobre el nivel del mar en metros (m), es decir la altitud promedio de recorrido de la unidad de transporte y en la tercer línea se proporciona el peso bruto vehicular (PBV) en kilogramos (kg). Aquí se debe escribir el peso bruto de la unidad, es decir el peso de la unidad, más el peso de la carga o pasaje que va a transportar, expresado en kilogramos.

Con los datos proporcionados al programa, se da clic al botón siguiente para que se realice la selección de cada elemento del tren motriz de acuerdo con la secuencia que se presenta en el diagrama de bloques de la Figura 4.3.

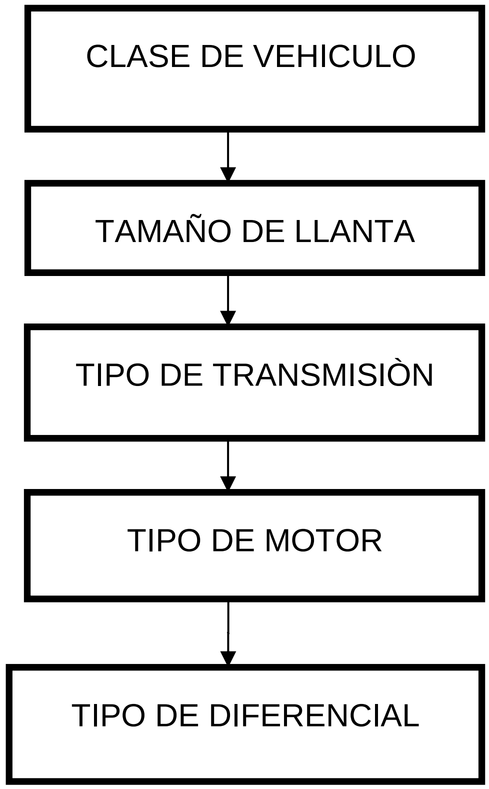


Figura 4.3 Diagrama de bloques indicando la secuencia de selección de los componentes que se realiza en el PSTM

4.1.1 Selección del Vehículo

Con los datos de entrada y el tipo de transporte, aparecen en pantalla las opciones para seleccionar la clase de vehículo, de acuerdo con lo establecido en la NOM-012 de pesos y dimensiones (SCT, 2008).

En las Tablas 4.1 a y 4.1 b, se muestra la clase de los vehículos de carga, cada uno atendiendo a su clase, nomenclatura, número de ejes y llantas.

La Tabla 4.2, muestra la clase de los vehículos de pasaje, cada uno atendiendo a su clase, nomenclatura, número de ejes y llantas.

Tabla 4.1 a) Clasificación de los vehículos de carga desde el C2 al T3-S1-R2.

Selecciona un Vehículo de la lista						
Nombre	Nomenclatura	No. Llantas	Alto	Ancho	Peso Bruto Vehicular	Imagen
CAMION UNITARIO	C2	6	4.25	2.6	17500	
CAMION UNITARIO	C3	8	4.25	2.6	21500	
CAMION UNITARIO	C3	10	4.25	2.6	24500	
CAMION REMOLQUE	C2-R2	14	4.25	2.6	37500	
CAMION REMOLQUE	C3-R2	18	4.25	2.6	44500	
CAMION REMOLQUE	C3-R3	22	4.25	2.6	51500	
CAMION REMOLQUE	C2-R3	18	4.25	2.6	44500	
CAMION REMOLQUE	C2-R3	18	4.25	2.6	44500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S1	10	4.25	2.6	27500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S2	14	4.25	2.6	34500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S2	18	4.25	2.6	41500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S3	22	4.25	2.6	48000	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S1-R2	18	4.25	2.6	47500	

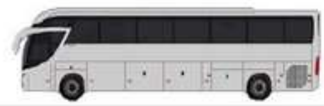
Imágenes, elaboración propia.
Fuente: NOM-012- SCT- 2008 (SCT, 2008)

Tabla 4.1 b) Clasificación de los vehículos de carga del T3-S2-R2 al T2-S2-R2.

Selecciona un Vehículo de la lista						
Nombre	Nomenclatura	No. Llantas	Alto	Ancho	Peso Bruto Vehicular	Imagen
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S2-R2	26	4.25	2.6	60500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S2-R4	34	4.25	2.6	66500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S2-R3	30	4.25	2.6	63000	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S3	18	4.25	2.6	41000	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S1	14	4.25	2.6	34500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S1-R3	26	4.25	2.6	60500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S3-S2	30	4.25	2.6	60000	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S1	14	4.25	2.6	34500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S1-R3	26	4.25	2.6	60500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S3-S2	30	4.25	2.6	60000	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S2-S2	22	4.25	2.6	51500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S2-S2	26	4.25	2.6	58500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S1-R3	22	4.25	2.6	54500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S2-R2	22	4.25	2.6	54500	

Imágenes, elaboración propia.
Fuente: NOM-012- SCT- 2008 (SCT, 2008)

Tabla 4.2 Clasificación de los vehículos de pasaje

Selecciona un Vehículo de la lista						
Nombre	Nomenclatura	No. Llantas	Alto	Ancho	Peso Bruto Vehicular	Imagen
AUTOBUS	B2	6	4.25	2.6	17500	
AUTOBUS	B3	8	4.25	2.6	21500	
AUTOBUS	B3	10	4.25	2.6	24500	
AUTOBUS	B4	10	4.25	2.6	27000	

Imágenes, elaboración propia.
Fuente: NOM-012- SCT- 2008 (SCT, 2008)

4.1.2 Selección de la llanta

Una vez seleccionado el vehículo, aparece una tabla que muestra un listado de llantas con sus características técnicas (ver la Figura 4.4 como ejemplo). En este caso solo presenta las llantas que cumplen con el PBV en el PSTM

Se selecciona la llanta al colocar el cursor sobre la marca y se da un clic primario (lado izquierdo del *mouse)*.

Selecciona un Tipo de Llanta de la lista Agregar Nueva									
Marca	Modelo	Medida	Rango de carga	Ancho	Diámetro	RPkm	Carga S	Carga D	Tipo Eje
CONTINENTAL	RS 415	10.00 R20	H	0.19050	1.035	318	2974	2610	LIBRE
BRIDGSTONE	L-317	10.00 R20	H	0.19050	1.076	307	2998	2631	TRACCION
BRIDGSTONE	R-190	10.00 R20	H	0.19050	1.053	312	3000	2630	LIBRE
BRIDGSTONE	R-190	11.00 R20	H	0.20320	1.082	304	3270	2870	LIBRE
BRIDGSTONE	R-190	11.00 R22	H	0.20320	1.133	290	3470	3050	LIBRE
BRIDGSTONE	R-190	11.00 R22.5	H	0.20955	1.053	312	3000	2630	LIBRE
BRIDGSTONE	R-190	12.00 R22.5	H	0.22860	1.082	304	3270	2870	LIBRE
BRIDGSTONE	M-711	10.00 R20	H	0.19050	1.063	309	3000	2630	TRACCION
BRIDGSTONE	M-711	11.00 R20	H	0.20320	1.096	300	3270	2870	TRACCION
BRIDGSTONE	M-711	11.00 R22	H	0.20320	1.150	286	3470	3050	TRACCION
BRIDGSTONE	M-711	11.00 R22.5	H	0.20955	1.065	309	3000	2630	TRACCION
BRIDGSTONE	M-711	12.00 R22.5	H	0.22860	1.100	299	3270	2870	TRACCION
BRIDGSTONE	M-711	11.00 R24.5	H	0.20955	1.114	295	3190	2800	TRACCION
PIRELLI	LS97	295/80 R22.5 TL	M	0.20955	1.050	313	6500	5800	DIRECCIONAL
PIRELLI	LS97	295/80 R22.5 TL	M	0.22860	1.050	313	6500	5800	DIRECCIONAL

Figura 4.4 Ejemplo del listado de llantas.

4.1.3 Selección de la transmisión

Una vez que se ha seleccionada la llanta, aparece una pantalla con las transmisiones que se encuentran en la base de datos, como se muestra en la Figura 4.5.

Selecciona una Transmisión de la lista | Agregar Nueva

Marca	Modelo	Torque máximo (Nm)	Carga Máxima (Kg)	Número de velocidades	Relación de Paso 1	Relación de Paso 2	Relación de Paso 3	Relación de Paso 4	Relación de Paso 5	Relación de Paso 6	Relación de Paso 7	Relación de Paso 8	Relación de Paso 9	Relación de Paso 10	Relación de Paso 11	Relación de Paso 12	Relación de Paso 13
TSP	1410-2A	1898	29461	10	8.86	6.97	5.40	4.25	3.35	2.63	2.03	1.59	1.27	1.00	0.00	0.00	0.00
TSP	1410-3A	1898	29461	10	8.86	6.83	5.05	3.90	2.98	2.30	1.74	1.34	1.00	0.77	0.00	0.00	0.00
TSP	TSP140-10A	1898	29461	10	8.93	7.02	5.48	4.31	3.39	2.66	2.08	1.63	1.27	1.00	0.00	0.00	0.00
TSP	PSO140-12B	1898	40823	12	15.05	11.60	8.86	6.83	5.06	3.90	2.90	2.23	1.70	1.31	1.00	0.77	0.00
TSP	TSPO150-12A	2034	40823	12	12.08	9.96	7.47	5.87	4.45	3.50	2.63	2.06	1.62	1.27	1.00	0.79	0.00
TSP	TSPO155-14HP	2034	54431	14	14.58	11.60	9.18	7.31	5.86	4.66	3.69	2.94	2.33	1.85	1.50	1.19	1.00
TSP	TSP155-16B	2034	54431	16	15.44	12.83	10.67	8.86	7.52	6.25	5.19	4.31	3.62	3.01	2.50	2.08	1.74
TSP	TSPO155-16A	2034	54431	16	12.83	10.81	8.86	7.47	6.25	5.26	4.31	3.63	3.01	2.53	2.08	1.75	1.44
TSP	TSPO155-16HP	2034	54431	16	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61	4.67	3.85	3.15	2.60	2.16	1.78	1.46
TSP	TSPO175-16MEGA	2373	54431	16	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61	4.67	3.85	3.15	2.60	2.16	1.78	1.46
TSP	TSPO165-18HP	2237	68039	18	14.21	11.97	10.13	8.53	7.46	6.28	5.32	4.48	3.89	3.27	2.77	2.33	1.96
TSP	TSPO175-18MEGA	2373	68039	18	14.21	11.97	10.13	8.53	7.46	6.28	5.32	4.48	3.89	3.27	2.77	2.33	1.96
TSP	TSPO150-16B	2034	54431	16	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61	4.67	3.85	3.15	2.60	2.16	1.78	1.46
TSO	TSPO165-16B	2237	63503	16	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61	4.67	3.85	3.15	2.60	2.16	1.78	1.46
TSP	TSPO175-16B	2373	63503	16	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61	4.67	3.85	3.15	2.60	2.16	1.78	1.46
TSP	TSPO175-16M	2373	63503	16	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61	4.67	3.85	3.15	2.60	2.16	1.78	1.46

Figura 4.5 Selección de la transmisión

Nota: Como ejemplo solo se presentan las primeras 16 transmisiones de la base de datos.

4.1.4 Selección del motor

Una vez seleccionada la transmisión, aparece un listado de motores que se encuentran en la base de datos del PSTM, como se presenta de forma parcial en la Figura 4.6. Para seleccionar un motor se sitúa en la marca deseada y se da un clic en la misma.

Selecciona un Tipo de Motor de la lista [Agregar Nuevo]

Marca	Modelo	Potencia Máxima (HP)	Potencia Máxima (Kw)	Potencia Máxima (RPM)	Torque Máximo (Nm)	Torque Máximo (RPM)	Consumo mínimo de combustible (g/ Kw hr)	Consumo mínimo de combustible (RPM)
CUMMINS	B5.9-160	159.579	119	2500	542	1500	196	1500
CUMMINS	B5.9-175	175.671	131	2500	570	1500	200	1500
CUMMINS	B5.9-190	190.422	142	2300	644	1500	205	1500
CUMMINS	B5.9-230	230.652	172	2300	820	1500	198	1500
CUMMINS	C8.3-225	225.288	168	2400	895	1200	197	1500
CUMMINS	C8.3-300	300.384	224	2400	1112	1200	196	1500
CUMMINS	LTA10-270	269.541	201	2100	1166	1300	198	1600
CUMMINS	L10-310	309.771	231	1800	1560	1200	194	1500
CUMMINS	M11-310E	309.771	231	1800	1560	1100	188	1500
CUMMINS	M11-330E	329.886	246	1800	1831	1200	188	1500
CUMMINS	M11-350E	350.001	261	1800	1831	1200	190	1500
CUMMINS	M11-370E	370.116	276	1800	1831	1200	191	1500
CUMMINS	M11-ESP1	329.886	246	1800	1695	1100	188	1400
CUMMINS	M11-ESP1 (0)	280.269	209	1800	1424	1100	188	1400
CUMMINS	M11-ESP11	370.116	276	1800	1831	1200	188	1500
CUMMINS	M11-ESP11 (O)	309.771	231	1800	1560	1100	188	1500
CUMMINS	M11-370E PLUS	370.116	276	1800	1831	1200	187	1400
CUMMINS	N14-310E	309.771	231	1800	1695	1100	188	1300
CUMMINS	N14-330E	329.886	246	1800	1831	1100	190	1300
CUMMINS	N14-370E	370.116	276	1800	1966	1100	190	1200
CUMMINS	N14-410	410.346	306	1800	1966	1200	195	1300
CUMMINS	N14-410E	410.346	306	1800	1966	1100	188	1300
CUMMINS	N14-460E	459.963	343	1900	2237	1100	185	1200
CUMMINS	N14-500E	500.193	373	1700	2237	1100	185	1200
CUMMINS	N14-525E PLUS	525.672	392	1800	2509	1200	188	1200
CUMMINS	N14-ESP1	388.89	290	1600	1966	1100	188	1300

Figura 4.6 Lista de Motores

4.1.5 Selección del diferencial

Una vez que se ha seleccionado el motor, el PSTM muestra enseguida un listado de los diferenciales que se tienen en la base de datos, tal como se observa en la Figura 4.7. Se sitúa en la marca del diferencial que se desea utilizar y se selecciona dando un clic.

Selecciona un Diferencial de la lista Agregar Nuevo					
Marca	Modelo	Capacidad de carga (Kg)	Relación de paso	Dual	Tipo de diferencial
SPICER	S400-S	65771	3.07	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.21	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.42	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.54	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.73	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.91	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	4.10	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	4.44	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	4.78	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	5.38	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	5.63	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.07	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.21	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.42	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.54	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.73	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.91	0.00	TANDEM

Figura 4.7 Diferenciales recomendados

4.1.6 Selección nuevamente de algún elemento del tren motriz para cumplir los criterios de velocidad y capacidad de ascenso.

Ya que se tiene seleccionado todos los componentes del tren motriz, en ocasiones no se cumple con la velocidad máxima o la capacidad de ascenso en pendiente que alcanza el vehículo. Por lo que se debe de presentar una alerta indicando que no se está cumpliendo con los criterios de velocidad y capacidad de ascenso. Ya sea para el cambio del diferencial o de la transmisión.

Para que un tractocamión cumpla con los criterios de velocidad y capacidad de ascenso, se debe de observar que en el límite superior de la zona verde en el cruce con la última relación de cambio de la transmisión, se debe de alcanzar la velocidad de 80 km/h y en un autobús la velocidad debe ser de 95 km/h y se tiene que cumplir con el valor de capacidad de ascenso mayor o igual a 15 %.

Cuando la velocidad no se cumple es necesario seleccionar otro diferencial, tal como se muestra en la Figura 4.8, pulse un clic y aparece un listado con los

diferenciales que tienen características diferentes al anterior, para obtener la velocidad reglamentaria del vehículo como se presenta en la Figura 4.9.

Debe seleccionar otro Diferencial Continuar

Figura 4.8 Botón para seleccionar otro diferencial

Cambiar	Vehículo seleccionado: B3	**Componentes del tren motriz seleccionado**
Cambiar	Llanta seleccionada:	Marca: GOODYEAR G 291 12.00 R24.5
Cambiar	Transmisión seleccionada:	Marca: TSP-TSPO175-18MEGA Torque máximo: 1,750 Lb•ft (2,373 Nm) Capacidad de carga: 68,039 (kg)
Cambiar	Motor seleccionado:	Marca: CUMMINS Modelo: M11-ESP1 (0) Potencia máxima: 280 HP 209 (kW) @ 1800 RPM Torque máximo: 1,050 Lb•ft (1424 Nm) @ 1100 RPM Consumo específico de combustible: 188 (g kW/h) @ 1400 RPM

Selecciona un Diferencial de la lista Agregar Nuevo

Marca	Modelo	Capacidad de carga (kg)	Relación de paso	Dual	Tipo de diferencial
SPICER	S400-S	65771	3.07	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.21	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.42	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.54	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.73	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.91	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	4.10	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	4.44	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	4.78	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.07	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.21	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.42	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.54	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.73	0.00	TANDEM

Figura 4.9 Ejemplo de listado nuevo de diferenciales

Cuando la capacidad de ascenso obtenida, no se cumple por la condición establecida del PSTM (menor al 15%), aparece una alerta como se muestra en la Figura 4.10, para seleccionar otro motor.

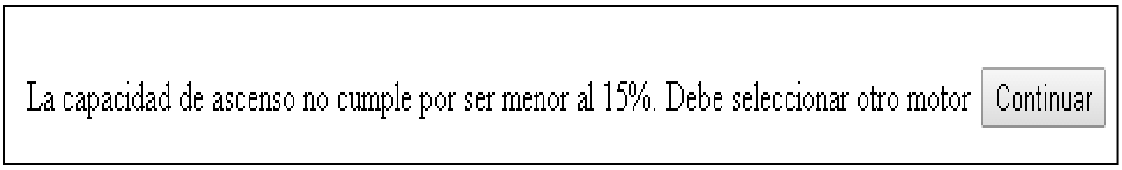
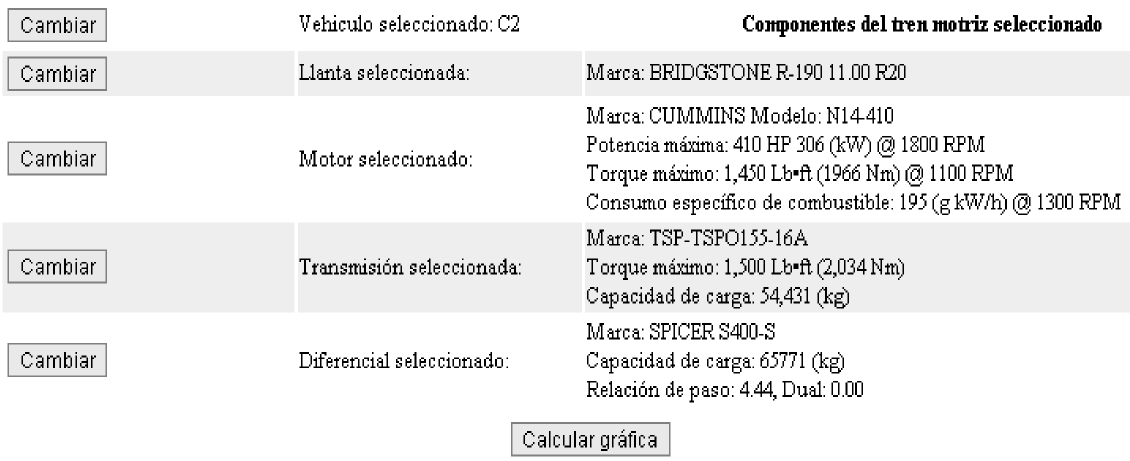


Figura 4.10 Botón para seleccionar otro motor

Una vez que se tienen los componentes del tren motriz, aparece un listado con los elementos seleccionados, como se muestra en la Figura 4.11. Para obtener los resultados y los diagramas, en la misma pantalla se da un clic en el botón de aceptar que aparece en la Figura 4.11.



Cambiar	Vehiculo seleccionado: C2	**Componentes del tren motriz seleccionado**
Cambiar	Llanta seleccionada:	Marca: BRIDGSTONE R-190 11.00 R20
Cambiar	Motor seleccionado:	Marca: CUMMINS Modelo: N14-410 Potencia máxima: 410 HP 306 (kW) @ 1800 RPM Torque máximo: 1,450 Lb•ft (1966 Nm) @ 1100 RPM Consumo específico de combustible: 195 (g kW/h) @ 1300 RPM
Cambiar	Transmisión seleccionada:	Marca: TSP-TSPO155-16A Torque máximo: 1,500 Lb•ft (2,034 Nm) Capacidad de carga: 54,431 (kg)
Cambiar	Diferencial seleccionado:	Marca: SPICER S400-S Capacidad de carga: 65771 (kg) Relación de paso: 4.44, Dual: 0.00

Calcular gráfica

Figura 4.11 Listado con los elementos del tren motriz seleccionado y el botón para desplegar las gráficas

5 Ejemplo de la selección de los componentes de un tren motriz

A continuación se presenta un ejemplo, de la utilización del PSTM para la selección de los componentes de un tren motriz.

Una empresa de transporte requiere un vehículo para transportar un peso bruto vehicular (PBV) de 52 000 kg. Por lo que se va a utilizar el PSTM para seleccionar el vehículo más adecuado a sus necesidades.

Al ingresar al PSTM, se selecciona la primera variable: Tipo de Transporte y se selecciona Carga. Se da un clic en “Siguiente” y aparece el renglón de Altitud sobre el nivel del mar. Para las condiciones de operación de la empresa de este ejemplo, el vehículo transitará en lugares con una altura sobre el nivel del mar de 1 500 metros. Este dato se proporciona en él renglón correspondiente.

En el siguiente renglón se proporciona el Peso Bruto Vehicular y se registra el valor de 52000, como se muestra en la Figura 5.1.

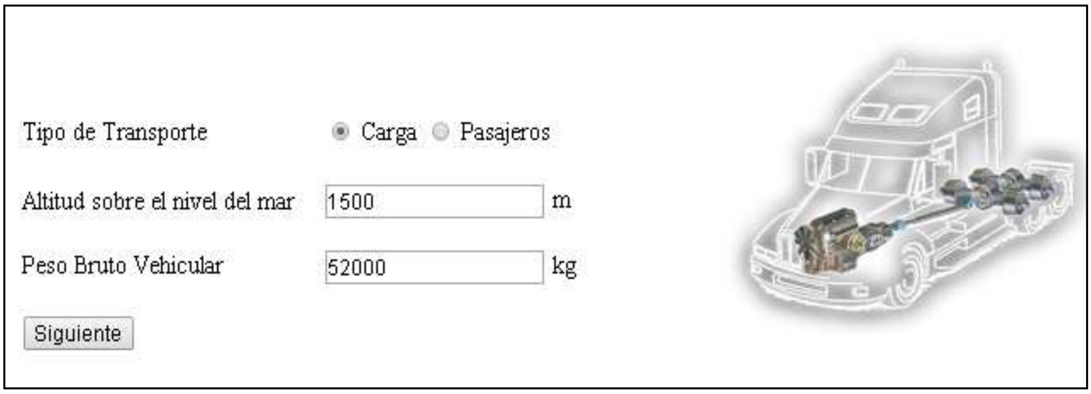


Figura 5.1 Ejemplo de los datos requeridos para la selección

Una vez que se han proporcionado los datos, se elige el botón de “Siguiente” para que aparezcan la clase de vehículos que soporte la capacidad de PBV que se va a transportar.

En la pantalla se presentan cuatro configuraciones que cumplen con el PBV que se proporcionó (Figura 5.2), por lo que se selecciona el vehículo dando un clic en el Nombre del vehículo, para este ejemplo es un TRACTOCAMIÓN ARTICULADO T3-S1-R2 de PBV máximo de 54 500 kg, por lo que cumple con el PBV que se desea transportar.



Figura 5.2 Ejemplo de la selección de vehículo

Una vez que se ha seleccionado la clase de vehículo, aparece una pantalla para seleccionar el tipo de llanta, como se presenta en la Figura 5.3, por lo tanto nos posicionamos con el cursor en la llanta BRIDGESTONE M-11 medida 11R24.5 y se selecciona con un clic sobre la marca de la llanta.

Selecciona un Tipo de Llanta de la lista Agregar Nueva									
Marca	Modelo	Medida	Rango de velocidad	Ancho	Diámetro	R/km	Carga S	Carga D	Tipo de Eje
BRIDGSTONE	R-190	11.00 R20	H	0.20320	1.066	298	3270	2870	LIBRE
BRIDGSTONE	R-190	11.00 R22	H	0.20320	1.117	285	3470	3050	LIBRE
BRIDGSTONE	R-190	12.00 R22.5	H	0.22860	1.181	270	3270	2870	LIBRE
BRIDGSTONE	M-711	11.00 R20	H	0.20320	1.096	300	3270	2870	TRACCION
BRIDGSTONE	M-711	11.00 R22	H	0.20320	1.150	286	3470	3050	TRACCION
BRIDGSTONE	M-711	12.00 R22.5	H	0.22860	1.100	299	3270	2870	TRACCION
BRIDGSTONE	M-711	11.00 R24.5	H	0.20955	1.114	295	3190	2800	TRACCION
PIRELLI	LS97	295/80 R22.5 TL	M	0.20955	1.050	313	6500	5800	DIRECCIONAL
PIRELLI	LS97	295/80 R22.5 TL	M	0.22860	1.050	313	6500	5800	DIRECCIONAL
PIRELLI	LS97	315/80 R22.5 TL	M	0.22860	1.078	305	7500	6500	DIRECCIONAL
PIRELLI	LS97	315/80 R22.5 TL	M	0.24765	1.078	305	7500	6500	DIRECCIONAL
PIRELLI	LS97	295/80 R24.5 TL	M	0.21590	1.085	303	6700	6000	DIRECCIONAL
PIRELLI	LS97	295/80 R24.5 TL	M	0.22860	1.085	303	6700	6000	DIRECCIONAL
PIRELLI	LS97	315/75 R24.5 TL	M	0.22860	1.087	302	7500	6500	DIRECCIONAL

Figura 5.3 Ejemplo de la selección de una llanta

Enseguida aparecen en la pantalla un listado de transmisiones como se muestra en la Figura 5.4, se da un clic sobre la marca TSP modelo TSPO175-16MEGA de 16 velocidades.

Selecciona una Transmisión de la lista

Agregar Nueva

Marca	Modelo	Torque máximo (Nm)	Carga Máxima (kg)	No. vel	Rel. Paso 1	Rel. Paso 2	Rel. Paso 3	Rel. Paso 4	Rel. Paso 5	Rel. Paso 6	Rel. Paso 7	Rel. Paso 8	Rel. Paso 9	Rel. Paso 10	Rel. Paso 11	Rel. Paso 12	Rel. Paso 13	Rel. Paso 14	Rel. Paso 15	Rel. Paso 16	Rel. Paso 17	Rel. Paso 18
TSP	PS85-14-AL	1152	54431	14	28.59	22.14	17.41	13.51	10.03	7.77	6.11	4.74	3.64	2.82	2.18	1.69	1.29	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TSP	PSO85-14-AL	1152	54431	14	25.30	19.49	14.44	11.12	8.86	6.83	5.07	3.90	2.90	2.23	1.70	1.31	1.00	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00
TSP	TSPO155-14HP	2034	54431	14	14.58	11.60	9.18	7.31	5.86	4.66	3.69	2.94	2.33	1.85	1.50	1.19	1.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00
TSP	TSP155-16B	2034	54431	16	15.44	12.83	10.67	8.86	7.52	6.25	5.19	4.31	3.62	3.01	2.50	2.08	1.74	1.44	1.20	1.00	0.00	0.00
TSP	TSPO155-16A	2034	54431	16	12.83	10.81	8.86	7.47	6.25	5.26	4.31	3.63	3.01	2.53	2.08	1.75	1.44	1.22	1.00	0.84	0.00	0.00
TSP	TSPO155-16HP	2034	54431	16	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61	4.67	3.85	3.15	2.60	2.16	1.78	1.46	1.20	1.00	0.82	0.00	0.00
TSP	TSPO175-16MEGA	2373	54431	16	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61	4.67	3.85	3.15	2.60	2.16	1.78	1.46	1.20	1.00	0.82	0.00	0.00
TSP	TSPO165-18HP	2237	68039	18	14.21	11.97	10.13	8.53	7.46	6.28	5.32	4.48	3.89	3.27	2.77	2.33	1.96	1.65	1.40	1.18	1.00	0.84
TSP	TSPO175-18MEGA	2373	68039	18	14.21	11.97	10.13	8.53	7.46	6.28	5.32	4.48	3.89	3.27	2.77	2.33	1.96	1.65	1.40	1.18	1.00	0.84
TSP	TSPO150-16B	2034	54431	16	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61	4.67	3.85	3.15	2.60	2.16	1.78	1.46	1.20	1.00	0.82	0.00	0.00
TSP	TSPO165-16B	2237	63503	16	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61	4.67	3.85	3.15	2.60	2.16	1.78	1.46	1.20	1.00	0.82	0.00	0.00

Figura 5.4 Ejemplo de la selección de una transmisión

Una vez que se seleccionó la transmisión, aparece en pantalla un listado de motores recomendados por el PSTM, tal como se muestra en la Figura 5.5. Para este ejemplo se selecciona un motor de marca CUMMINS, modelo N14-410E, dando un clic en la marca.

Selecciona un Tipo de Motor de la lista [Agregar Nuevo]

Marca	Modelo	Potencia Máxima (HP)	Potencia Máxima (kW)	Potencia Máxima (RPM)	Torque Máximo (Nm)	Torque Máximo (RPM)	Consumo mínimo de combustible (g/ kW h)	Consumo mínimo de combustible (RPM)
CUMMINS	C8.3-300	300	224	2400	1112	1200	196	1500
CUMMINS	LTA10-270	270	201	2100	1166	1300	198	1600
CUMMINS	L10-310	310	231	1800	1560	1200	194	1500
CUMMINS	M11-310E	310	231	1800	1560	1100	188	1500
CUMMINS	M11-330E	330	246	1800	1831	1200	188	1500
CUMMINS	M11-350E	350	261	1800	1831	1200	190	1500
CUMMINS	M11-370E	370	276	1800	1831	1200	191	1500
CUMMINS	M11-ESP1	330	246	1800	1695	1100	188	1400
CUMMINS	M11-ESP1 (0)	280	209	1800	1424	1100	188	1400
CUMMINS	M11-ESP11	370	276	1800	1831	1200	188	1500
CUMMINS	M11-ESP11 (O)	310	231	1800	1560	1100	188	1500
CUMMINS	M11-370E PLUS	370	276	1800	1831	1200	187	1400
CUMMINS	N14-310E	310	231	1800	1695	1100	188	1300
CUMMINS	N14-330E	330	246	1800	1831	1100	190	1300
CUMMINS	N14-370E	370	276	1800	1966	1100	190	1200
CUMMINS	N14-410	410	306	1800	1966	1100	195	1300
CUMMINS	N14-410E	410	306	1800	1966	1100	188	1300
CUMMINS	N14-460E	460	343	1900	2237	1100	185	1200
CUMMINS	N14-500E	500	373	1700	2237	1100	185	1200
CUMMINS	N14-ESP1	389	290	1600	1966	1100	188	1300

Figura 5.5 Ejemplo de la selección de un motor

Ya seleccionado el motor, aparece el listado de los diferenciales que cumplen con los requisitos de carga, observe que se hace la recomendación de un diferencial con una relación de paso a partir de 3.91 a 4.78.

Seleccione el modelo RS-23-160 marca ROCKWELL con una relación de paso de 4.56.

Selecciona un Diferencial de la lista [Agregar Nuevo]

Marca	Modelo	Capacidad de carga (kg)	Relación de paso	Dual	Tipo de diferencial
SPICER	S400-S	65771	3.91	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	4.10	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	4.44	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	4.78	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.91	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	4.10	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	4.44	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	4.78	0.00	TANDEM
SPICER	S230-S	63500	3.91	0.00	SENCILLO
ROCKWELL	RS-23-160	57607	3.91	0.00	SENCILLO
ROCKWELL	RS-23-160	57607	4.10	0.00	SENCILLO
ROCKWELL	RS-23-160	57607	4.30	0.00	SENCILLO
ROCKWELL	RS-23-160	57607	4.56	0.00	SENCILLO
ROCKWELL	RS-23-160A	57607	3.91	0.00	SENCILLO

Figura 5.6 Ejemplo de la selección de un diferencial

Ya seleccionados cada uno de los elementos, a continuación aparece una tabla con el listado de los elementos del tren motriz seleccionados (ver Figura 5.7). En la tabla aparece al inicio de cada renglón un botón con la descripción de "*Cambiar*", este botón tiene la opción de cambiar un elemento del tren motriz antes de que se realicen los diagramas del PSTM.

El botón que aparece con la descripción de "*Calcular gráfica*" en la Figura 5.7, tiene la función de finalizar la selección, una vez que se ha presionado este botón, se realizan los cálculos para: la tabla de cálculo de las velocidades que desarrolla el vehículo, el diagrama de velocidades y el diagrama de capacidad de ascenso, como se muestra en la Figura 5.7.

Cambiar	Vehiculo seleccionado: T3-S1-R2	
Cambiar	Llanta seleccionada:	Marca: BRIDGSTONE M-711 11.00 R24.5
Cambiar	Transmisión seleccionada:	Marca: TSP-TSPO175-16MEGAHP Torque Máximo: 2,372.68 (Nm) Capacidad de Carga: 54,431.08 (kg)
Cambiar	Motor seleccionado:	Marca: CUMMINS Modelo: N14-410E Potencia Máxima: 306 (kW) @ 1800 (RPM) Torque máximo: 1966 (Nm) @ 1100 (RPM) Regimen del motor: 188 (g kW/h) @ 1300(RPM)
Cambiar	Diferencial seleccionado:	Marca: ROCKWELL RS-23-160 Capacidad de carga: 57607 (kg) Relación de paso: 4.56, Dual: 0.00

Calcular gráfica

Figura 5.7 Tren Motriz seleccionado

5.1 Tabla de cálculo de velocidades que desarrolla el vehículo con las características del tren motriz

En la primera fila de la tabla de cálculos aparece el titulo de la tabla, en la segunda fila superior se presentan las velocidades de la transmisión seleccionada, la tabla de cálculos muestra en la primera columna el régimen de revoluciones por minuto (RPM), que se tiene en el motor comenzando en cien hasta las RPM que correspondan a la potencia máxima que entrega el motor. Los datos que se presentan son las velocidades que alcanza en cada uno de los cambios de la transmisión hasta llegar a 1800 RPM (para este ejemplo), ya que es donde se obtiene la potencia máxima del motor, en el último cambio de la transmisión, 16a velocidad, alcanza una velocidad máxima de 101.080 km/h, como aparece en la Figura 5.8.

Tabla de cálculo de velocidades del vehículo con las caracteristicas del tren motriz																
RPM	1a vel	2a vel	3a vel	4a vel	5a vel	6a vel	7a vel	8a vel	9a vel	10a vel	11a vel	12a vel	13a vel	14a vel	15a vel	16a vel
100	0.32	0.38	0.46	0.56	0.68	0.82	0.99	1.20	1.46	1.77	2.13	2.59	3.15	3.84	4.60	5.62
200	0.63	0.77	0.92	1.12	1.35	1.64	1.97	2.39	2.92	3.54	4.26	5.17	6.31	7.67	9.21	11.23
300	0.95	1.15	1.39	1.68	2.03	2.46	2.96	3.59	4.39	5.31	6.40	7.76	9.46	11.51	13.81	16.85
400	1.27	1.54	1.85	2.24	2.70	3.28	3.94	4.78	5.85	7.08	8.53	10.35	12.62	15.35	18.42	22.46
500	1.59	1.92	2.31	2.80	3.38	4.10	4.93	5.98	7.31	8.86	10.66	12.94	15.77	19.19	23.02	28.08
600	1.90	2.31	2.77	3.37	4.06	4.93	5.92	7.18	8.77	10.63	12.79	15.52	18.92	23.02	27.63	33.69
700	2.22	2.69	3.24	3.93	4.73	5.75	6.90	8.37	10.23	12.40	14.92	18.11	22.08	26.86	32.23	39.31
800	2.54	3.08	3.70	4.49	5.41	6.57	7.89	9.57	11.70	14.17	17.06	20.70	25.23	30.70	36.84	44.93
900	2.85	3.46	4.16	5.05	6.09	7.39	8.87	10.76	13.16	15.94	19.19	23.28	28.39	34.54	41.44	50.54
1000	3.17	3.85	4.62	5.61	6.76	8.21	9.86	11.96	14.62	17.71	21.32	25.87	31.54	38.37	46.05	56.16
1100	3.49	4.23	5.09	6.17	7.44	9.03	10.85	13.16	16.08	19.48	23.45	28.46	34.69	42.21	50.65	61.77
1200	3.81	4.62	5.55	6.73	8.11	9.85	11.83	14.35	17.54	21.25	25.58	31.04	37.85	46.05	55.26	67.39
1300	4.12	5.00	6.01	7.29	8.79	10.67	12.82	15.55	19.00	23.02	27.71	33.63	41.00	49.89	59.86	73.00
1400	4.44	5.39	6.47	7.85	9.47	11.49	13.80	16.75	20.47	24.80	29.85	36.22	44.16	53.72	64.47	78.62
1500	4.76	5.77	6.94	8.41	10.14	12.31	14.79	17.94	21.93	26.57	31.98	38.81	47.31	57.56	69.07	84.24
1600	5.07	6.16	7.40	8.97	10.82	13.13	15.78	19.14	23.39	28.34	34.11	41.39	50.46	61.40	73.68	89.85
1700	5.39	6.54	7.86	9.54	11.50	13.95	16.76	20.33	24.85	30.11	36.24	43.98	53.62	65.24	78.28	95.47
1800	5.71	6.92	8.32	10.10	12.17	14.78	17.75	21.53	26.31	31.88	38.37	46.57	56.77	69.07	82.89	101.08

Figura 5.8 Tabla de cálculos para realizar el diagrama de velocidades

5.2 Diagrama de Velocidades

Se muestra en la Figura 5.9, el diagrama de velocidades del vehículo T3-S1-R2. Este diagrama, representa en el eje de las *y* la velocidad en km/h que alcanza el vehículo, y en el eje de las *x* el régimen del motor en revoluciones por minuto (RPM), en la gráfica aparecen líneas “inclinadas” que inician en el origen de la gráfica, esta líneas cortan en la línea vertical en donde se localiza la potencia máxima del motor. Cada línea termina en la velocidad máxima que alcanza la trasmisión en ese cambio.

En el diagrama de la Figura 5.9, se observa que existen dos líneas verticales color verde que aparece a las 1100 rpm y a las 1500 rpm abarcando todas las líneas de velocidad, a toda esta área que encierra este polígono, se le llama “zona verde” que es la zona de uso eficiente de combustible.

Se puede observar que el Limite Superior de la Zona Verde (LSZV) se presenta en las 1500 rpm, sí el vehículo alcanza esta última velocidad desarrolla una velocidad de 84 km/h, por lo que cumple con la velocidad reglamentaria para el transporte de carga.

En la zona verde, se realizan los cambios de velocidades de la transmisión y están representados por las líneas horizontales paralelas al eje de las *x* que unen una velocidad con la otra. Por ejemplo, en la 12a velocidad observe que cuando el motor está a 1500 revoluciones se alcanza una velocidad 38 km/h.

Debajo del diagrama de velocidades aparece cada cambio de la transmisión, cada uno con el color que representa en el diagrama de velocidades.

5.3 Diagrama de Ascenso

Después de que se muestra el diagrama de velocidades, el PSTM calcula y muestra el valor de la Capacidad de arranque en pendiente. El valor para la capacidad de ascenso debe ser igual o mayor es de 15 %, ya que es el valor mínimo aceptable para las pendientes más críticas en la red federal de carreteras del país. En este ejemplo es de 34.27%, como se muestra en la Figura 5.10.



Figura 5.10 Valor de la Capacidad de arranque.

Debajo del valor de Capacidad de arranque, se presenta el diagrama de capacidad de ascenso. En el diagrama que se muestra en la Figura 5.11, se grafica capacidad de ascenso (*Gradeability*). En el eje de las *y*, se muestra el porcentaje de la *Gradeability*, y en el eje de las *x* indica la velocidad en km/h, en este ejemplo alcanza un valor de 48.7 %, conforme se van realizando los cambios en la transmisión, la capacidad de ascenso disminuye.

El vehículo cuenta con una transmisión de 16 velocidades, por lo que en el diagrama se representa la capacidad de ascenso para cada uno de los cambios de la transmisión, y la velocidad aparente que alcanza con respecto al porcentaje de capacidad de ascenso.

En la gráfica se puede observar el comportamiento de la unidad, ya que en la primera velocidad existe una gran capacidad de ascenso, pero muy poca velocidad, en el primer cambio se obtiene una capacidad de ascenso de 48.7 % y una velocidad de 4 km/h, como se va aumentando el cambio de velocidades de la transmisión, hay un aumento en la velocidad y una disminución en la capacidad de ascenso, en este ejemplo se alcanza una velocidad de 62 km/h con una capacidad de ascenso de 1.3%.

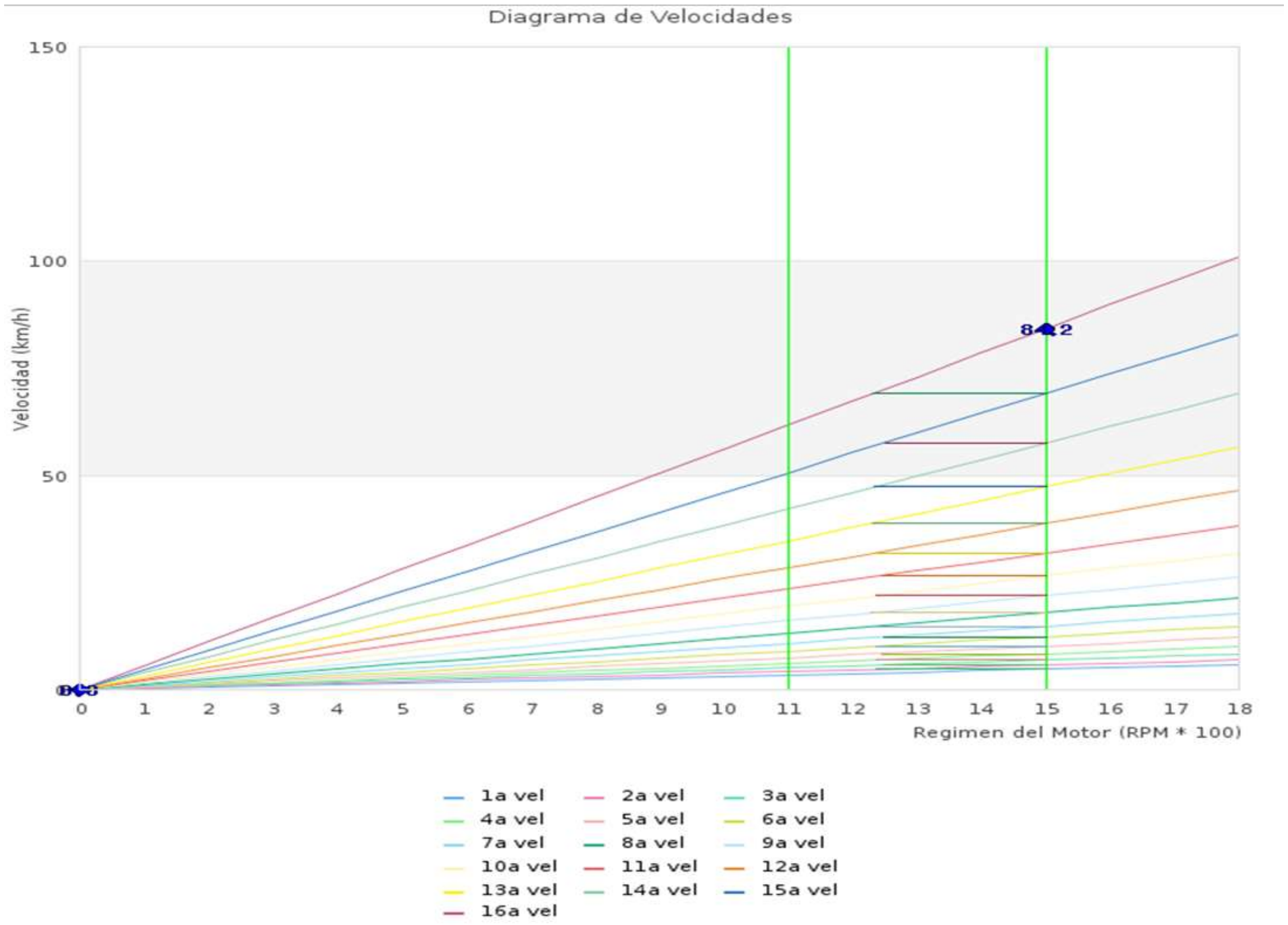


Figura 5.9 Diagrama de Velocidades de un T3-S1-R2

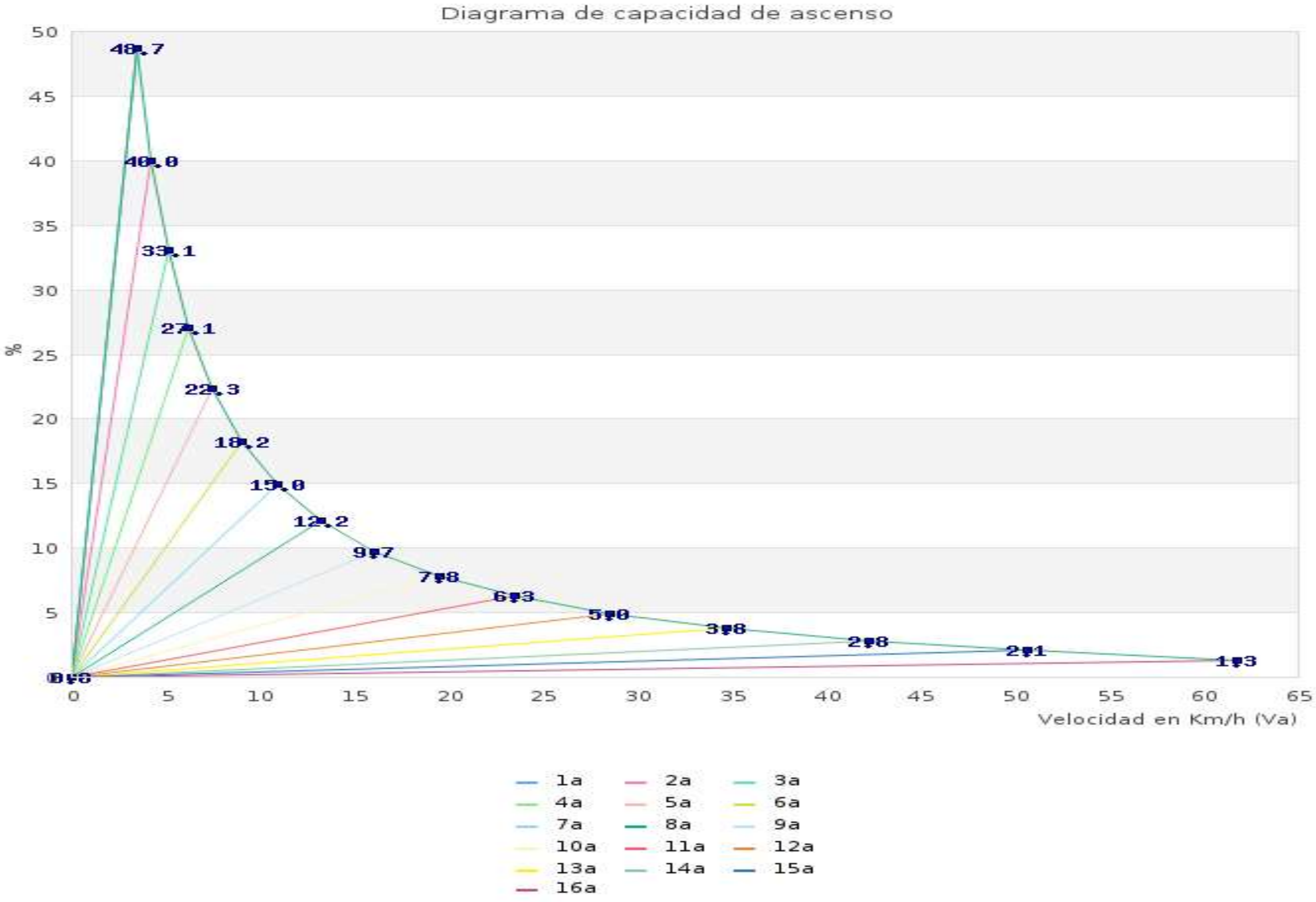


Figura 5.11 Diagrama de capacidad de ascenso

6 Módulo de Evaluación

Este módulo se utiliza cuando se conoce el tren motriz, y únicamente se desea evaluarlo, para conocer su comportamiento considerando el uso eficiente del combustible, la capacidad de arranque y la capacidad de ascenso, con el diagrama de velocidades y el de capacidad ascenso, que se entrega como resultado el programa de selección de tren motriz.

Al situarnos en este módulo, aparece la ventana con la opción de Evaluación.



Figura 6.1 Modulo de Evaluación

6.1 Funcionamiento del módulo de evaluación

El funcionamiento del módulo de evaluación se muestra en la Figura 6.2:

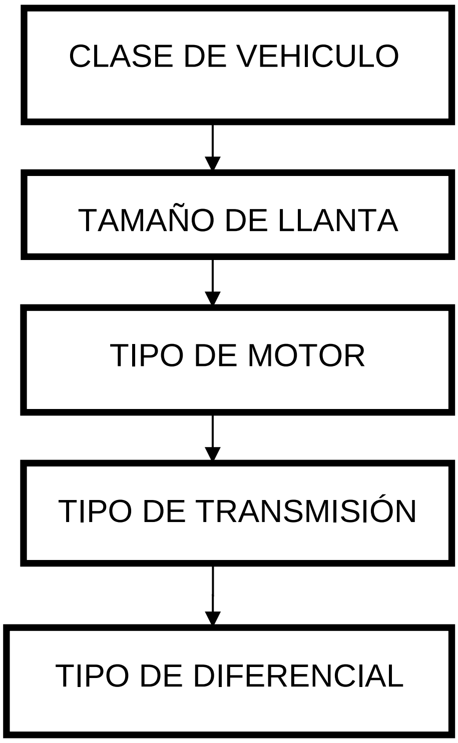


Figura 6.2 Diagrama de bloques que presenta el funcionamiento de la evaluación de un tren motriz

Al elegir el tipo de transporte se da un clic en el botón siguiente, el cual se muestra en la Figura 6.3.

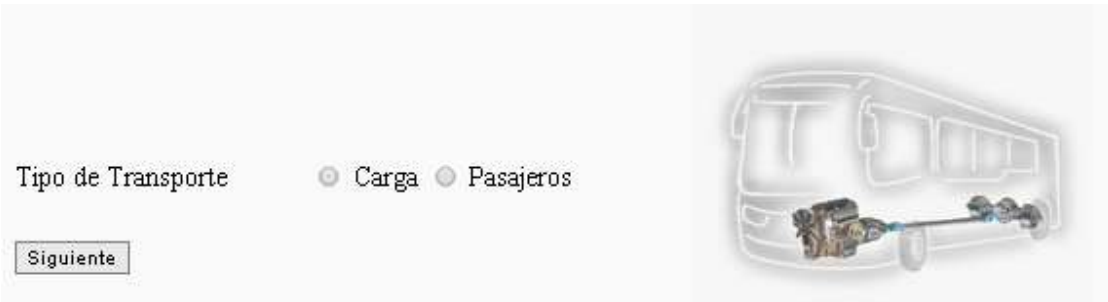


Figura 6.3 Selección del tipo del transporte

En las Tabla 6.1 y 6.2 aparecen los vehículos de carga y pasaje de acuerdo a su nombre, nomenclatura, número de llantas, dimensiones y el PBV.

Tabla 6.1 Clasificación de los vehículos de carga
a) Vehículos de carga desde un C2 a un T3-S1-R2.

Selecciona un Vehículo de la lista						
Nombre	Nomenclatura	No. Llantas	Alto	Ancho	Peso Bruto Vehicular	Imagen
CAMION UNITARIO	C2	6	4.25	2.6	17500	
CAMION UNITARIO	C3	8	4.25	2.6	21500	
CAMION UNITARIO	C3	10	4.25	2.6	24500	
CAMION REMOLQUE	C2-R2	14	4.25	2.6	37500	
CAMION REMOLQUE	C3-R2	18	4.25	2.6	44500	
CAMION REMOLQUE	C3-R3	22	4.25	2.6	51500	
CAMION REMOLQUE	C2-R3	18	4.25	2.6	44500	
CAMION REMOLQUE	C2-R3	18	4.25	2.6	44500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S1	10	4.25	2.6	27500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S2	14	4.25	2.6	34500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S2	18	4.25	2.6	41500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S3	22	4.25	2.6	48000	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S1-R2	18	4.25	2.6	47500	

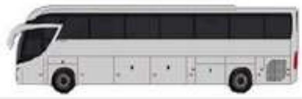
Fuente: NOM-012- SCT- 2008 (SCT, 2008) Imágenes, elaboración propia.

Tabla 6.1 Clasificación de los vehículos de carga (continuación)
b) Vehículos de carga de un T3-S2-R2 a T2-S2-R2.

Selecciona un Vehículo de la lista						
Nombre	Nomenclatura	No. Llantas	Alto	Ancho	Peso Bruto Vehicular	Imagen
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S2-R2	26	4.25	2.6	60500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S2-R4	34	4.25	2.6	66500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S2-R3	30	4.25	2.6	63000	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S3	18	4.25	2.6	41000	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S1	14	4.25	2.6	34500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S1-R3	26	4.25	2.6	60500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S3-S2	30	4.25	2.6	60000	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S1	14	4.25	2.6	34500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S1-R3	26	4.25	2.6	60500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S3-S2	30	4.25	2.6	60000	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S2-S2	22	4.25	2.6	51500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S2-S2	26	4.25	2.6	58500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S1-R3	22	4.25	2.6	54500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S2-R2	22	4.25	2.6	54500	

Fuente: NOM-012- SCT- 2008 (SCT, 2008) Imágenes, elaboración propia.

Tabla 6.2 Clasificación de los vehículos de pasaje

Selecciona un Vehículo de la lista						
Nombre	Nomenclatura	No. Llantas	Alto	Ancho	Peso Bruto Vehicular	Imagen
AUTOBUS	B2	6	4.25	2.6	17500	
AUTOBUS	B3	8	4.25	2.6	21500	
AUTOBUS	B3	10	4.25	2.6	24500	
AUTOBUS	B4	10	4.25	2.6	27000	

Fuente: NOM-012- SCT- 2008 (SCT, 2008) Imágenes, elaboración propia.

6.2 Ejemplo de la evaluación de un tren motriz

A manera de ejemplo se evaluara un tractocamión clase T3-S3 con los siguientes componentes del tren motriz:

Llantas BRIDGESTONE modelo R-190 medida 1100 R 22,

Motor CUMMINS modelo N14-410

Transmisión marca TSP, modelo TSP0155- 16A

Diferencial marca SPICER, modelo S400-S con una relación de paso 4.44 y eje sencillo.

1.- Para seleccionar el vehículo se da un clic en el nombre del vehículo. En este ejemplo se evaluara un vehículo con nomenclatura T3-S3, ya que localizó el vehículo, sitúese sobre él con el cursor y se selecciona, como se muestra en la Figura 6.4. Enseguida aparece la base de datos de llantas.

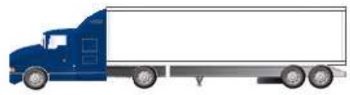
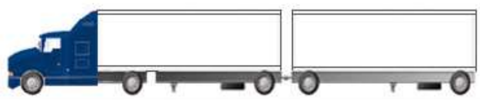
Selecciona un Vehículo de la lista						
Nombre	Nomenclatura	No. Llantas	Alto	Ancho	Peso Bruto Vehicular	Imagen
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S1	10	4.25	2.6	27500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S2	14	4.25	2.6	34500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S2	18	4.25	2.6	41500	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T3-S3	22	4.25	2.6	48000	
TRACTOCAMION ARTICULADO	T2-S1-R2	18	4.25	2.6	47500	

Figura 6.4 Selección de vehículo

2.- Al seleccionar el vehículo, aparece el listado las llantas en la base de datos, se selecciona con un clic en el nombre de la llanta.

Ubique el cursor sobre la llanta BRIDGSTONE R-190 y seleccione con un clic en la marca, como se muestra en la Figura 6.5.

Selecciona un Tipo de Llanta de la lista Agregar Nueva									
Marca	Modelo	Medida	Rango de carga	Ancho	Diámetro	RPkm	Carga S	Carga D	Tipo Eje
FIRESTONE	GAISEN	11-R22	F	0.20320	1.117	285	2853	2504	LIBRE
CONTINENTAL	RS 415	10.00 R20	H	0.19050	1.066	313	2974	2610	LIBRE
BRIDGSTONE	L-317	10.00 R20	H	0.19050	1.016	313	2998	2631	TRACCION
BRIDGSTONE	R-190	10.00 R20	H	0.19050	1.016	313	3000	2630	LIBRE
BRIDGSTONE	R-190	11.00 R20	H	0.20320	1.066	298	3270	2870	LIBRE
BRIDGSTONE	R-190	11.00 R22	H	0.20320	1.117	285	3470	3050	LIBRE
BRIDGSTONE	R-190	11.00 R22.5	H	0.20955	1.130	281	3000	2630	LIBRE
BRIDGSTONE	R-190	12.00 R22.5	H	0.22860	1.181	270	3270	2870	LIBRE
BRIDGSTONE	M-711	10.00 R20	H	0.19050	1.016	313	3000	2630	TRACCION
BRIDGSTONE	M-711	11.00 R20	H	0.20320	1.096	300	3270	2870	TRACCION
BRIDGSTONE	M-711	11.00 R22	H	0.20320	1.150	286	3470	3050	TRACCION
BRIDGSTONE	M-711	11.00 R22.5	H	0.20955	1.065	309	3000	2630	TRACCION
BRIDGSTONE	M-711	12.00 R22.5	H	0.22860	1.100	299	3270	2870	TRACCION
BRIDGSTONE	M-711	11.00 R24.5	H	0.20955	1.114	295	3190	2800	TRACCION

Figura 6.5 Selección de una llanta

3.- Ahora aparece la base de datos de motores y seleccione el motor CUMMINS modelo N14-410, como se presenta en la Figura 6.6.

Selecciona un Tipo de Motor de la lista Agregar Nuevo

Marca	Modelo	Potencia Máxima (HP)	Potencia Máxima (Kw)	Potencia Máxima (RPM)	Torque Máximo (Nm)	Torque Máximo (RPM)	Consumo mínimo de combustible (g/ Kw hr)	Consumo mínimo de combustible (RPM)
CUMMINS	B5.9-190	190.422	142	2300	644	1500	205	1500
CUMMINS	B5.9-230	230.652	172	2300	820	1500	198	1500
CUMMINS	C8.3-225	225.288	168	2400	895	1200	197	1500
CUMMINS	C8.3-300	300.384	224	2400	1112	1200	196	1500
CUMMINS	LTA10-270	269.541	201	2100	1166	1300	198	1600
CUMMINS	L10-310	309.771	231	1800	1560	1200	194	1500
CUMMINS	M11-310E	309.771	231	1800	1560	1100	188	1500
CUMMINS	M11-330E	329.886	246	1800	1831	1200	188	1500
CUMMINS	M11-350E	350.001	261	1800	1831	1200	190	1500
CUMMINS	M11-370E	370.116	276	1800	1831	1200	191	1500
CUMMINS	M11-ESP1	329.886	246	1800	1695	1100	188	1400
CUMMINS	M11-ESP1 (0)	280.269	209	1800	1424	1100	188	1400
CUMMINS	M11-ESP11	370.116	276	1800	1831	1200	188	1500
CUMMINS	M11-ESP11 (O)	309.771	231	1800	1560	1100	188	1500
CUMMINS	M11-370E PLUS	370.116	276	1800	1831	1200	187	1400
CUMMINS	N14-310E	309.771	231	1800	1695	1100	188	1300
CUMMINS	N14-330E	329.886	246	1800	1831	1100	190	1300
CUMMINS	N14-370E	370.116	276	1800	1966	1100	190	1200
CUMMINS	N14-410	410.346	306	1800	1966	1200	195	1300
CUMMINS	N14-410E	410.346	306	1800	1966	1100	188	1300
CUMMINS	N14-460E	459.963	343	1900	2237	1100	185	1200

Figura 6.6 Selección de un motor

4.- Después de haber seleccionado el motor aparece un listado con las transmisiones que existen en la base de datos.

Identifique la transmisión marca TSP y modelo TSP0155- 16A, se da un clic en la marca, como se muestra en la Figura 6.7.

Selecciona una Transmisión de

Marca	Modelo	Torque máximo (Nm)	Carga Máxima (Kg)	Número de velocidades	Aplicación	Relación de Paso 1	Relación de Paso 2	Relación de Paso 3	Relación de Paso 4	Relación de Paso 5	Relación de Paso 6
TSP	TSPO150-12A	2034	40823	12	C	12.08	9.96	7.47	5.87	4.45	3.50
TSP	TSPO155-14HP	2034	54431	14	C	14.58	11.60	9.18	7.31	5.86	4.66
TSP	TSP155-16B	2034	54431	16	C	15.44	12.83	10.67	8.86	7.52	6.25
TSP	TSPO155-16A	2034	54431	16	C	12.83	10.81	8.86	7.47	6.25	5.26
TSP	TSPO155-16HP	2034	54431	16	C	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61
TSP	TSPO175-16MEGA	2373	54431	16	C	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61
TSP	TSPO165-18HP	2237	68039	18	C	14.21	11.97	10.13	8.53	7.46	6.28
TSP	TSPO175-18MEGA	2373	68039	18	C	14.21	11.97	10.13	8.53	7.46	6.28
TSP	TSPO150-16B	2034	54431	16	C	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61
TSO	TSPO165-16B	2237	63503	16	C	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61
TSP	TSPO175-16B	2373	63503	16	C	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61
TSP	TSPO175-16M	2373	63503	16	C	14.52	11.97	9.96	8.21	6.81	5.61
TSP	TSPO165-18A	2237	63503	18	C	14.21	11.97	10.10	8.53	7.46	6.28

Figura 6.7 Selección de una transmisión

5.- Una vez que se ha seleccionado la transmisión, aparece el listado de la base de datos de diferenciales, una vez que aparecen se ubica el diferencial y se selecciona con un clic en el nombre del diferencial.

Identifique el diferencial marca SPICER, modelo S400-S con una relación de paso de 4.44, luego de un clic en el nombre del diferencial, como se muestra en la Figura 6.8.

Selecciona un Diferencial de la lista Agregar Nuevo					
Marca	Modelo	Capacidad de carga (Kg)	Relación de paso	Dual	Tipo de diferencial
SPICER	S400-S	65771	3.07	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.21	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.42	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.54	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.73	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.91	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	4.10	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	4.44	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.07	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.21	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.42	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.54	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.73	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.91	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	4.10	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	4.44	0.00	TANDEM
SPICER	S230-S	63500	3.07	0.00	SENCILLO
SPICER	S230-S	63500	3.21	0.00	SENCILLO
SPICER	S230-S	63500	3.54	0.00	SENCILLO
SPICER	S230-S	63500	3.73	0.00	SENCILLO
SPICER	S230-S	63500	3.91	0.00	SENCILLO
SPICER	S230-S	63500	4.10	0.00	SENCILLO
SPICER	S230-S	63500	4.44	0.00	SENCILLO
SPICER	S230-SL	63500	3.07	0.00	SENCILLO
SPICER	S230-SL	63500	3.21	0.00	SENCILLO
SPICER	S230-S	63500	3.54	0.00	SENCILLO
SPICER	S230-S	63500	3.73	0.00	SENCILLO
SPICER	S230-S	63500	3.91	0.00	SENCILLO
SPICER	S230-S	63500	4.10	0.00	SENCILLO
SPICER	S230-S	63500	4.44	0.00	SENCILLO

Figura 6.8 Selección de un diferencial

Ya que se seleccionó el diferencial aparece el listado de los componentes del tren motriz seleccionados, como se muestra en la Figura 6.9, el último paso para realizar la evaluación es realizar los cálculos, por lo que se selecciona el botón de Calcular gráfica que se muestra en la Figura 6.9, para que realice los cálculos y diagramas que realiza el PSTM en el módulo de evaluación.

Cambiar	Vehiculo seleccionado: C2	**Componentes del tren motriz seleccionado**
Cambiar	Llanta seleccionada:	Marca: BRIDGSTONE R-190 11.00 R20
Cambiar	Motor seleccionado:	Marca: CUMMINS Modelo: N14-410 Potencia máxima: 410 HP 306 (kW) @ 1800 RPM Torque máximo: 1,450 Lb•ft (1966 Nm) @ 1100 RPM Consumo específico de combustible: 195 (g kW/h) @ 1300 RPM
Cambiar	Transmisión seleccionada:	Marca: TSP-TSPO155-16A Torque máximo: 1,500 Lb•ft (2,034 Nm) Capacidad de carga: 54,431 (kg)
Cambiar	Diferencial seleccionado:	Marca: SPICER S400-S Capacidad de carga: 65771 (kg) Relación de paso: 4.44, Dual: 0.00

Calcular gráfica

Figura 6.9 Botón Calcular gráfica

En la Figura 6.10, se presenta la tabla del cálculo de velocidades del tren motriz evaluado.

Tabla de cálculo de velocidades del vehículo con las caracteristicas del tren motriz

RPM	1a vel	2a vel	3a vel	4a vel	5a vel	6a vel	7a vel	8a vel	9a vel	10a vel	11a vel	12a vel	13a vel	14a vel	15a vel	16a vel
100	0.35	0.42	0.51	0.61	0.72	0.86	1.05	1.25	1.50	1.79	2.18	2.59	3.14	3.71	4.53	5.39
200	0.71	0.84	1.02	1.21	1.45	1.72	2.10	2.49	3.01	3.58	4.35	5.17	6.29	7.42	9.05	10.78
300	1.06	1.26	1.53	1.82	2.17	2.58	3.15	3.74	4.51	5.37	6.53	7.76	9.43	11.13	13.58	16.16
400	1.41	1.67	2.04	2.42	2.90	3.44	4.20	4.99	6.01	7.16	8.70	10.34	12.57	14.84	18.10	21.55
500	1.76	2.09	2.55	3.03	3.62	4.30	5.25	6.23	7.52	8.94	10.88	12.93	15.71	18.55	22.63	26.94
600	2.12	2.51	3.06	3.64	4.34	5.16	6.30	7.48	9.02	10.73	13.05	15.52	18.86	22.26	27.15	32.33
700	2.47	2.93	3.58	4.24	5.07	6.02	7.35	8.73	10.52	12.52	15.23	18.10	22.00	25.97	31.68	37.71
800	2.82	3.35	4.09	4.85	5.79	6.88	8.40	9.97	12.03	14.31	17.41	20.69	25.14	29.68	36.20	43.10
900	3.17	3.77	4.60	5.45	6.52	7.74	9.45	11.22	13.53	16.10	19.58	23.27	28.29	33.39	40.73	48.49
1000	3.53	4.19	5.11	6.06	7.24	8.60	10.50	12.47	15.04	17.89	21.76	25.86	31.43	37.10	45.26	53.88
1100	3.88	4.61	5.62	6.66	7.97	9.46	11.55	13.71	16.54	19.68	23.93	28.45	34.57	40.80	49.78	59.26
1200	4.23	5.02	6.13	7.27	8.69	10.32	12.60	14.96	18.04	21.47	26.11	31.03	37.71	44.51	54.31	64.65
1300	4.59	5.44	6.64	7.88	9.41	11.18	13.65	16.21	19.55	23.25	28.29	33.62	40.86	48.22	58.83	70.04
1400	4.94	5.86	7.15	8.48	10.14	12.05	14.70	17.45	21.05	25.04	30.46	36.20	44.00	51.93	63.36	75.43
1500	5.29	6.28	7.66	9.09	10.86	12.91	15.75	18.70	22.55	26.83	32.64	38.79	47.14	55.64	67.88	80.81
1600	5.64	6.70	8.17	9.69	11.59	13.77	16.80	19.95	24.06	28.62	34.81	41.38	50.28	59.35	72.41	86.20
1700	6.00	7.12	8.68	10.30	12.31	14.63	17.85	21.19	25.56	30.41	36.99	43.96	53.43	63.06	76.94	91.59
1800	6.35	7.54	9.19	10.91	13.03	15.49	18.90	22.44	27.06	32.20	39.16	46.55	56.57	66.77	81.46	96.98

6.10 Tabla de cálculos del vehículo evaluado

Como se observa la máxima velocidad que se puede alcanzar es de 96.98 km/h en el último cambio a las 1800 RPM del motor.

Una vez que se tiene la tabla de velocidades, aparece la pantalla que presenta gráficamente el diagrama de velocidades, tal como el de la Figura 6.10.

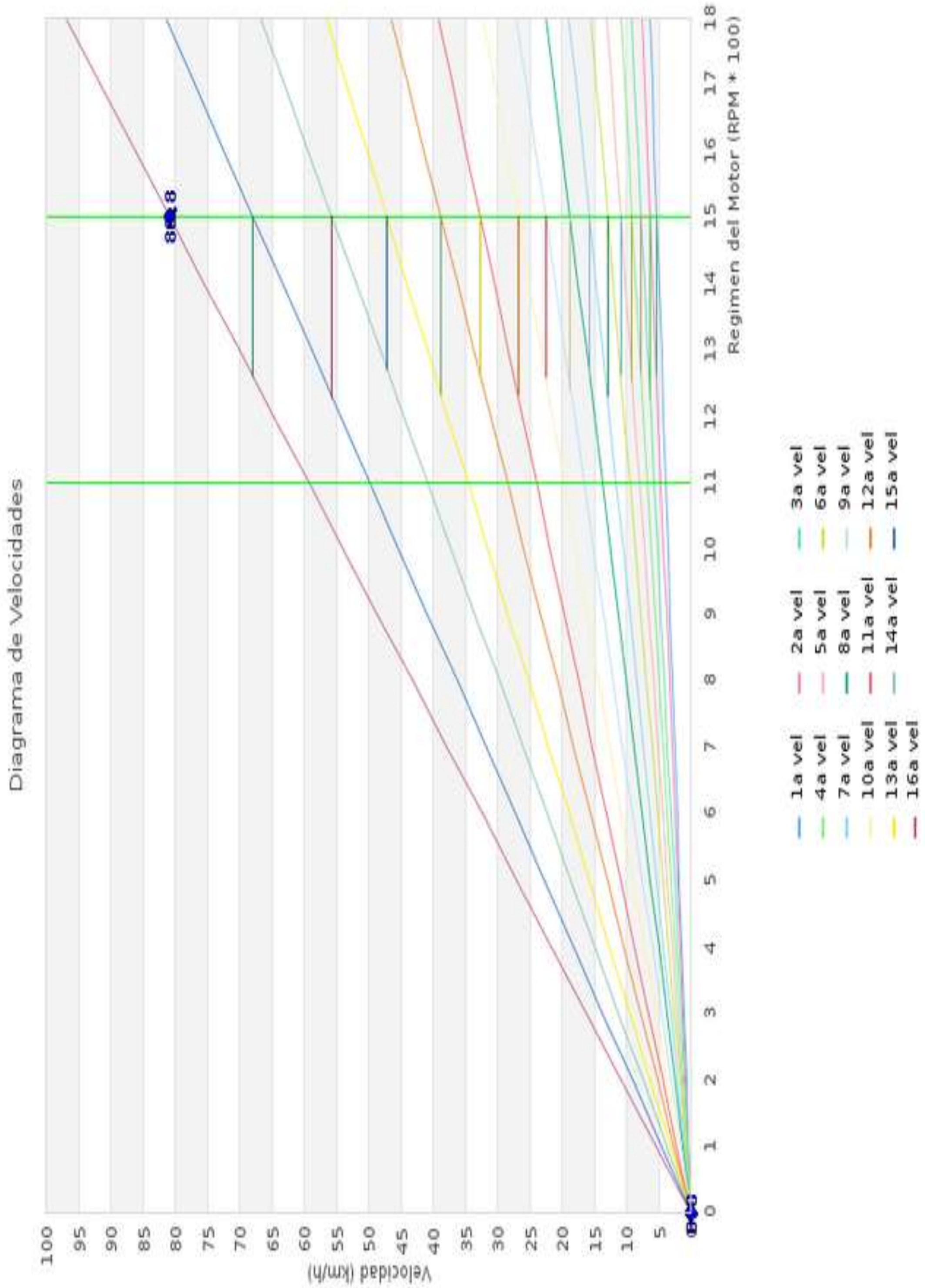


Figura 6.10 Diagrama de velocidades de un T3-S3

El diagrama de velocidades muestra la velocidad en km/h respecto al régimen del motor en RPM que alcanza el vehículo evaluado. En este diagrama el torque máximo se presenta a las 1100 RPM. Las velocidades de la transmisión se presentan en la parte inferior de la gráfica, por lo que cada una de las líneas inclinada corresponden a cada una de las velocidades de la transmisión.

En este diagrama se presenta la “zona verde” para este vehículo, la zona comienza a 1100 RPM y termina a 1500 RPM, como se denota con las líneas verticales color verde del diagrama. Dentro de esta zona aparecen cada uno de los cambios de velocidades, como se puede observar este vehículo sí puede ser manejado con eficiencia de combustible, ya que todas las líneas horizontales de cada uno de los cambios caen dentro de la zona verde.

Además, se observa que en el límite superior de la Zona Verde, el vehículo alcanza una velocidad de 80 km/h, por lo que este tren motriz cumple con la velocidad máxima reglamentaria para el transporte de carga.

En la Figura 6.12 se muestra el valor de la capacidad de arranque que se obtiene con el tren motriz evaluado, obteniendo un 33.33% como se muestra.

Capacidad de arranque: 33.33 %

Figura 6.12 Valor obtenido de la capacidad de arranque

En el diagrama de Capacidad de Ascenso (*Gradeability*) que se presenta en la Figura 6.12, aparece la Capacidad de Ascenso en porcentaje y la velocidad en km/h.

Para el vehículo evaluado se observa que la Capacidad de Ascenso tiene un valor máximo de 47.4%, este valor se alcanza en la primera relación de paso de la transmisión, el vehículo tiene una velocidad aproximadamente de 4 km/h., a medida que se realizan los cambio de la transmisión, la capaciad de ascenso va disminuyendo y la velocidad aumenta.

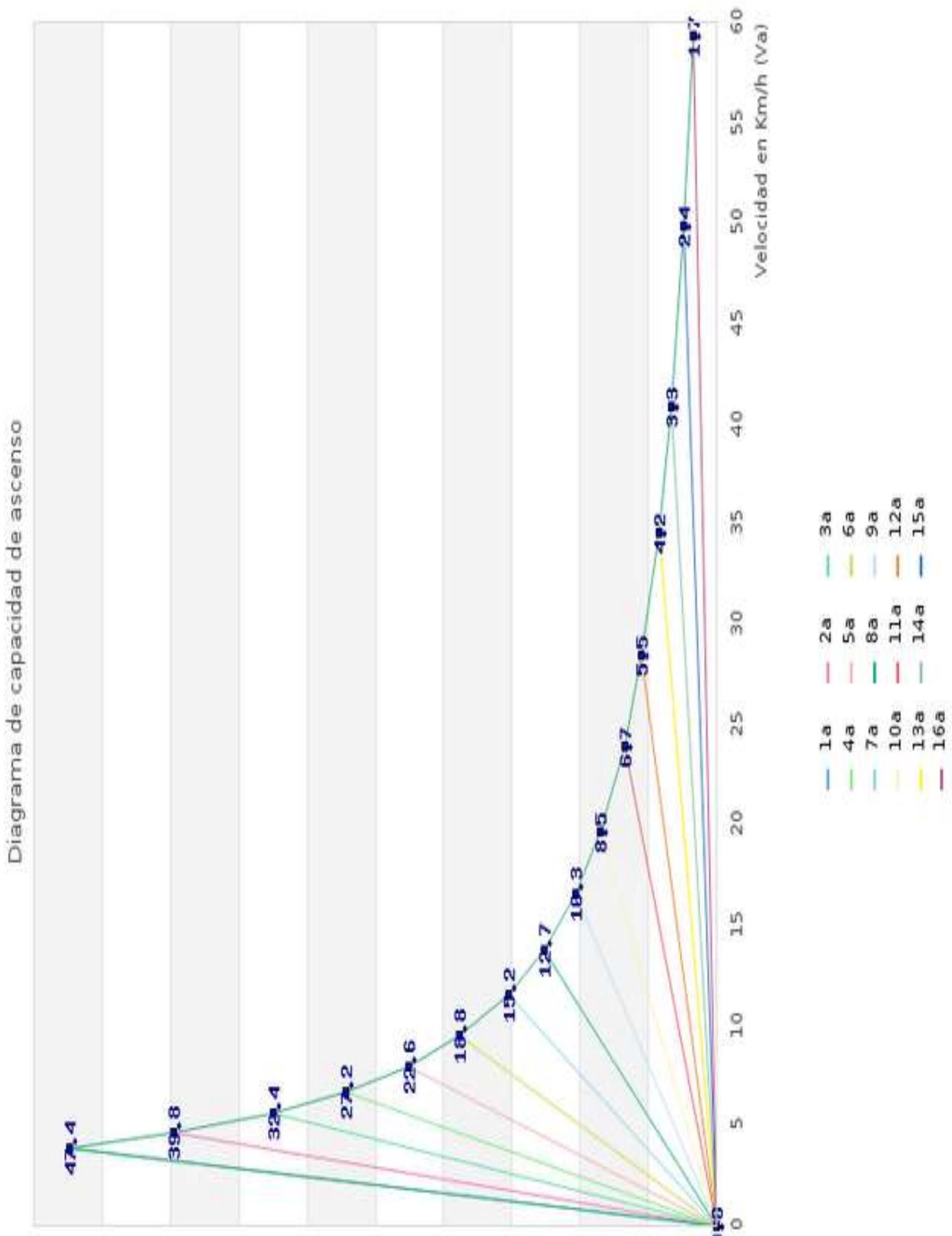


Figura 5.9 Diagrama de capacidad de Ascenso

7 Altas de los componentes del tren motriz

Cuando no se tiene un elemento del tren motriz en la base de datos del PSTM, para realizar una selección o evaluación existe la facilidad de dar de alta los componentes que integran el tren motriz.

Los componentes que se dan de alta, solo permanecen agregados al PSTM mientras continúe en sesión con el navegador de internet, una vez que cierre de la sesión del programa este se elimina.

Al insertar los valores en las casillas para dar de alta cualquier componente del tren motriz, no se deben escribir unidades.

7.1 Alta de una llanta

Esta opción se emplea cuando se requiere dar de alta una llanta en la base de datos correspondiente y se utiliza temporalmente en el PSTM. Una vez que se selecciona el vehículo en el módulo de selección o en el módulo de evaluación, aparece un listado de llantas y un botón en la primera fila con la descripción "*Agregar Nueva* "como se muestra en la Figura 7.1. Presione un clic primario del ratón en el botón de "*Agregar Nueva*", como se presenta en la Figura 7.1.

Selecciona un Tipo de Llanta de la lista Agregar Nueva									
Marca	Modelo	Medida	Rango de carga	Ancho	Diámetro	RPKm	Carga S	Carga D	Tipo Eje
CONTINENTAL	RS 415	10.00 R20	H	0.19050	1.035	318	2974	2610	LIBRE
BRIDGSTONE	L-317	10.00 R20	H	0.19050	1.076	307	2998	2631	TRACCION
BRIDGSTONE	R-190	10.00 R20	H	0.19050	1.053	312	3000	2630	LIBRE
BRIDGSTONE	R-190	11.00 R20	H	0.20320	1.082	304	3270	2870	LIBRE
BRIDGSTONE	R-190	11.00 R22	H	0.20320	1.133	290	3470	3050	LIBRE
BRIDGSTONE	R-190	11.00 R22.5	H	0.20955	1.053	312	3000	2630	LIBRE

Figura 7.1 Botón para dar de alta una llanta

Ya presionado el botón de "*Agregar Nueva*" con un clic primario del ratón, parece en la pantalla la tabla, que se presenta en la Figura 7.2, para agregar los datos de la llanta, aparecen cinco ejemplos como guía de llenado, en la

última fila aparecen los recuadros en vacío para agregar las características de la llanta.

Selecciona un Tipo de Llanta de la lista [Agregar Nueva]

Marca	Modelo	Medida	Rango de velocidad	Ancho	Diámetro	R/km	Carga S	Carga D	Tipo de Eje
FIRESTONE	GAISEN	10.00-R20	F	0.19050	1.016	313	2463	2159	LIBRE
FIRESTONE	GAISEN	11.00-R20	F	0.20320	1.066	298	2685	2354	LIBRE
FIRESTONE	GAISEN	11-R22	F	0.20320	1.117	285	2853	2504	LIBRE
CONTINENTAL	RS 415	10.00 R20	H	0.19050	1.066	313	2974	2610	LIBRE
BRIDGSTONE	L-317	10.00 R20	H	0.19050	1.016	313	2998	2631	TRACCION

[Aceptar]

Figura 7.2 Alta una llanta

Una vez que se han llenado las casillas correctamente, presione el botón izquierdo del ratón en el recuadro de aceptar que aparece en la Figura 7.2 para dar de alta la llanta. Al haber dado de alta una llanta continuara con la selección.

A continuación se menciona un ejemplo para dar de alta una llanta.

Ejemplo: Se tiene que dar de alta la llanta marca BRIDGESTONE 295/80 R 22.5. Modelo M-730, la ficha técnica de la llanta se muestra en la Figura 7.3.

- Sitúese sobre el recuadro donde se encuentra la columna de la marca y enseguida escriba BRIDGESTONE.
- Sitúese sobre el segundo recuadro donde se encuentra la columna del modelo y escriba M 730.
- Ahora sitúese en el tercer recuadro de la columna de la medida, y escriba 295/80R22.5.
- En la cuarta casilla que está en la columna del Rango de velocidad, escriba “M”
- Para el ancho de rim se escribe 0.2286, en la ficha aparece de 9 pulgadas así que se realiza la conversión multiplicando las 9 pulgadas por 0.0254 m.
- Si no cuenta con las revoluciones por kilómetro de la llanta, se debe de calcular, este cálculo se realiza al dividir 1000 m (que equivale a un kilómetro) entre el perímetro de la llanta.
  - ➢ El diámetro calculado es de 1.070 m, ya que en la ficha técnica no se tiene un valor rev/km, ahora se realiza el cálculo:
    - ▪ Dividir 1000 m entre el perímetro

- El valor del perímetro es 3.36 m. Que se calcula al realizar la multiplicación del diámetro por **π** –pi- (1.07 x 3.1416).

- Al realizar la división de [1000/3.36] se obtiene el valor de 297 rev/km, escribiéndolo en el recuadro de la última fila de la columna de R/km.

- Se anotan los valores de la carga máxima como sencilla es de 3350 kg y carga máxima dual es de 3150 kg.

- Para el último recuadro escriba tracción, como lo indica la ficha técnica.

- Una vez que se agregan los datos de la llanta, se selecciona el botón de aceptar que aparece en la Figura 7.4



Figura 7.3 Ficha técnica de la llanta

.

Selecciona un Tipo de Llanta de la lista Agregar Nueva									
Marca	Modelo	Medida	Rango de velocidad	Ancho	Diámetro	R/km	Carga S	Carga D	Tipo de Eje
FIRESTONE	GAISEN	10.00-R20	F	0.19050	1.016	313	2463	2159	LIBRE
FIRESTONE	GAISEN	11.00-R20	F	0.20320	1.066	298	2685	2354	LIBRE
FIRESTONE	GAISEN	11-R22	F	0.20320	1.117	285	2853	2504	LIBRE
CONTINENTAL	RS 415	10.00 R20	H	0.19050	1.066	313	2974	2610	LIBRE
BRIDGSTONE	L-317	10.00 R20	H	0.19050	1.016	313	2998	2631	TRACCION
BRIDGESTC	M 730	295/80R22.4	M	0.2286	1.070	297	3350	3150	TRACCION
Aceptar									

Figura 7.4 Botón para dar de alta una llanta

Para terminar de dar de alta la llanta del ejemplo anterior se muestra en la fila de la Figura 7.5 la llanta agregada.

Cambiar	Llanta seleccionada:	Marca: BRIDGESTONE M 730 295/80R22.4

Figura 7.5 Llanta agregada al PSTM

7.2 Alta de una transmisión

Esta opción debe ser empleada cuando se requiere dar de alta alguna transmisión que no existe en la base de datos del PSTM. Para agregar una transmisión se selecciona el botón de Agregar Nueva que está ubicado en la primera fila cuando se selecciona una transmisión, como se muestra en la Figura 7.6

Después aparece una tabla con cinco ejemplos de transmisiones y la última fila se presenta vacía, que permite al usuario agregar las características correspondientes de una transmisión nueva, como se observa en la Figura 7.6.

Al dar de alta una transmisión con un número de velocidades menor a 18, las casillas faltantes por llenar, se escribe 0 (cero).

Una vez que se proporciono la información solicitada presione el botón izquierdo del ratón en el botón de *aceptar* (ver Figura 7.7) guardara los datos de la transmisión para que sea utilizado para realizar una selección o evaluación del tren motriz.

Selecciona una Transmisión de la lista [Agregar Nueva]

Relación de Paso 1	Relación de Paso 2	Relación de Paso 3	Relación de Paso 4	Relación de Paso 5	Relación de Paso 6	Relación de Paso 7	Relación de Paso 8	Relación de Paso 9	Relación de Paso 10
8.86	6.97	5.40	4.25	3.35	2.63	2.03	1.59	1.27	1.00
8.86	6.83	5.05	3.90	2.98	2.30	1.74	1.34	1.00	0.77
8.93	7.02	5.48	4.31	3.39	2.66	2.08	1.63	1.27	1.00
15.05	11.60	8.86	6.83	5.06	3.90	2.90	2.23	1.70	1.31

Figura 7.6 Botón para dar de alta una transmisión

Selecciona una Transmisión de la lista [Agregar Nueva]

Marca	Modelo	Torque máximo (Nm)	Carga Máxima (Kg)	No. vel.	Rel. Paso 1	Rel. Paso 2	Rel. Paso 3	Rel. Paso 4	Rel. Paso 5	Rel. Paso 6	Rel. Paso 7	Rel. Paso 8	Rel. Paso 9	Rel. Paso 10	Rel. Paso 11	Rel. Paso 12	Rel. Paso 13	Rel. Paso 14	Rel. Paso 15	Rel. Paso 16	Rel. Paso 17	Rel. Paso 18
TSP	1010-2A	1356	29461	10	8.86	6.97	5.40	4.25	3.35	2.63	2.03	1.59	1.27	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TSP	1310-2A	1763	29461	10	10.03	7.77	6.11	4.74	3.64	2.82	2.18	1.69	1.29	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TSP	1410-2A	1898	29461	10	8.86	6.97	5.40	4.25	3.35	2.63	2.03	1.59	1.27	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TSP	1410-3A	1898	29461	10	8.86	6.83	5.05	3.90	2.98	2.30	1.74	1.34	1.00	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TSP	TSP140-10A	1898	29461	10	8.93	7.02	5.48	4.31	3.39	2.66	2.08	1.63	1.27	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

[Aceptar]

Figura 7.7 Ejecución para dar de alta una Transmisión

A continuación se presenta un ejemplo para dar de alta una transmisión.

Ejemplo: Dar de alta la transmisión EATON RTLO 14918B.que se muestra en la Figura 7.8.

Especificaciones, opciones y provisiones

	Modelos	libras-pies Max TQ [Nm]	Hoja de ventas TRSLXXXX	Bomba de aceite integral	Hasta PTO de eje	Refrigerador de aceite interno	Refrigerador externo de aceite a agua[1]	Filtro de aceite externo[1]	Capacidad de aceite en pintas [litros]	Longitud en pulgadas [mm]	Peso en libras [kg][2]	Velocidad de PTO (% del motor)	Torsión combinada de PTO (libras-pies)
	RTO-11909ALL	1150 [1559]									671 [304]		
11 velocidades	RTO-14909ALL	1450 [1966]	0253						28 [13]	33.15 [842]		79	500
	RTO-16909ALL	1650 [2237]		REQ							698 [317]		
	RTLO-12913A	1250 [1695]											
	RTLO-14913A	1450 [1966]											
13 velocidades	RTLO-16913A	1650 [2237]	0249	REQ					28 [13]	33.1 [841]	714 [324]	79	350[3]
	RTLO-18913A	1850 [2508]											
	RTLO-20913A	2050 [2779]						REQ					
	RT-14915	1250 [1695]										70	
15 velocidades	RTO-14915	1450 [1966]	0215	REQ					28 [13]	33.1 [841]	696 [316]	89	500
	RTO-16915	1650 [2237]											
	RTLO-14918B	1450 [1966]											
	RTLO-16918B	1650 [2237]											
18 velocidades	RTLO-18918B	1850 [2509]	0250	REQ					28 [13]	33.1 [841]	716 [325]	79	350[3]
	RTLO-20918B	2050 [2780]						REQ					
	RTLO-22918B	2250 [3051]						REQ					500

Modelos de 18 velocidades	Reversa				General Radio	Cambios hacia adelante																	
	R1	R2	R3	R4		LL	L	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
RTLO-14918B					19.72	14.4	12.29	8.56	7.3	6.05	5.16	4.38	3.74	3.2	2.73	2.29	1.95	1.62	1.38	1.17	1.00	0.86	0.73
RTLO-16918B					% de salto	17	44	17	21	17	18	17	17	17	19	17	20	17	18	17	17	17	
RTLO-18918B	15.06	12.85	4.03	3.43	19.72	14.4	12.29	8.51	7.26	6.05	5.16	4.38	3.74	3.2	2.73	2.28	1.94	1.62	1.38	1.17	1.00	0.86	0.73
RTLO-20918B																							
RTLO-22918B					% de salto	17	44	17	20	17	18	17	17	17	20	17	20	17	18	17	17	17	

Figura 7.8 Ficha técnica de la transmisión

Sitúese en el primer recuadro y escriba la marca: EATON.

Ahora vaya a la segunda casilla y escriba el modelo: RTLO14918B.

Siguiendo con el tercer recuadro se escribe la capacidad torsional de: 1966

Ahora se sitúa en el cuarto recuadro que está en la columna de la capacidad de carga máxima y escribe 49895.

Indique en el quinto recuadro el número de velocidades en el siguiente recuadro, se escribe 16.

A continuación se escriben las relaciones de paso para las 16 velocidades desde la primera velocidad que es de 8.56 hasta la última relación que es de 0.73 (no son incluidas las relaciones de la reversa). En los dos recuadros faltantes se escribe el número 0 (cero), como se muestra en la Figura 7.9.

Por último para dar de alta la transmisión se selecciona el botón de aceptar y quedara listo el elemento para utilizarse en el PSTM, como se muestra la última fila de la Figura 7.9 y la transmisión será dada de alta como se muestra en la Figura 7.10.

Selecciona una Transmisión de la lista [Agregar Nueva]

Marca	Modelo	Torque máximo (Nm)	Carga Máxima (Kg)	No. vel.	Rel. Paso 1	Rel. Paso 2	Rel. Paso 3	Rel. Paso 4	Rel. Paso 5	Rel. Paso 6	Rel. Paso 7	Rel. Paso 8	Rel. Paso 9	Rel. Paso 10	Rel. Paso 11	Rel. Paso 12	Rel. Paso 13	Rel. Paso 14	Rel. Paso 15	Rel. Paso 16	Rel. Paso 17	Rel. Paso 18
TSP	1010-2A	1356	29461	10	8.86	6.97	5.40	4.25	3.35	2.63	2.03	1.59	1.27	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TSP	1310-2A	1763	29461	10	10.03	7.77	6.11	4.74	3.64	2.82	2.18	1.69	1.29	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TSP	1410-2A	1898	29461	10	8.86	6.97	5.40	4.25	3.35	2.63	2.03	1.59	1.27	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TSP	1410-3A	1898	29461	10	8.86	6.83	5.05	3.90	2.98	2.30	1.74	1.34	1.00	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TSP	TSP140-10A	1898	29461	10	8.93	7.02	5.48	4.31	3.39	2.66	2.08	1.63	1.27	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EATON	RTLO14918	1966	49895	16	8.51	7.26	6.05	5.16	4.38	3.74	3.2	2.73	2.28	1.94	1.62	1.38	1.17	1	0.86	0.73	0	0

[Aceptar]

Figura 7.9 Botón para dar de alta una transmisión

Cambiar	Transmisión seleccionada:	Marca: EATON-RTLO14918BHP Torque Máximo: 1,966.00 (Nm) Capacidad de Carga: 49,895.00 (kg)

Figura 7.10 Transmisión agregada al PSTM

7.3 Alta de un motor

Esta opción es empleada cuando se requiere dar de alta un motor en la base de datos del PSTM. Presione el botón izquierdo del ratón en un botón con la función de *agregar* motor como el que se muestra en la Figura 7.11.

Selecciona un Tipo de Motor de la lista [Agregar Nuevo]

Marca	Modelo	Potencia Máxima (HP)	Potencia Máxima (Kw)	Potencia Máxima (RPM)	Torque Máximo (Nm)	Torque Máximo (RPM)	Consumo mínimo de combustible (g/ Kw hr)	Consumo mínimo de combustible (RPM)
CUMMINS	B5.9-160	160	119	2500	542	1500	196	1500
CUMMINS	B5.9-175	176	131	2500	570	1500	200	1500
CUMMINS	B5.9-190	190	142	2300	644	1500	205	1500
CUMMINS	B5.9-230	231	172	2300	820	1500	198	1500
CUMMINS	C8.3-225	225	168	2400	895	1200	197	1500

[Aceptar]

Figura 7.11 Ejecución para dar de alta un Motor

En la Figura 7.11 aparece la tabla de llenado para dar de alta un motor, aparecen cinco ejemplos como guía de llenado, en la última fila aparecen las casillas para que se escriban los datos del motor.

Se debe tener en cuenta las unidades de los datos de potencia, torque y consumo mínimo, ya que en algunas fichas técnicas aparecen otras unidades. Se tiene que comprobar que las unidades para potencia sean *horse power* (HP) kilowatts (kW); para torque, Newton por metro (Nm) y para el consumo mínimo de combustible, en gramos por kilowatts-hora (g/kWh), de no ser así tendrá que realizar la transformación a este tipo de unidades, para que estas sean consistentes con las unidades del programa.

En los motores recientes solo se presentan dos graficas, la de potencia y torque, por lo que es necesario hacer dos consideraciones, la primera es; al situarse en el recuadro del Consumo mínimo de combustible (g/kw h) se escribe 0 (cero), la segunda consideración es realizar un cálculo.

Para obtener el régimen del motor (RPM) en donde se localiza el valor del consumo mínimo de combustible, se hace una diferencia de los valores de las RPM de la potencia máxima y el Torque máximo. Una vez que se obtiene la diferencia, ahora se dividen entre dos, como se observa en la ecuación 7.1, para obtener el resultado considerable para identificar el régimen mínimo de combustible del motor, y este valor en RPM se inserta en el último recuadro de la columna del Consumo mínimo de combustible (RPM).

CMC (RPM)= ((RPM en potencia máxima)-(RPM en torque máximo))/2   (7.1)

Donde:

CMC (RPM) = Consumo mínimo de combustible (RPM)

RPM en potencia máxima = Valor del régimen del motor en donde se tiene la potencia máxima.

RPM en Torque máximo = Valor del régimen del motor en donde se tiene el torque máximo.

Una vez que se obtiene el valor, se escribe en la última casilla de la columna de Consumo mínimo de combustible (RPM), y se selecciona el botón de Aceptar para continuar con la selección o evaluación del tren motriz.

A continuación, a manera de ejemplo, se dará de alta un motor.

Ejemplo: Dar de alta el motor CUMMINS modelo ISX 450. La ficha técnica se muestra en la Figura 7.12

ISX Fleet 450*
Performance Curves.

450 hp @ 1800 rpm
1650 lb ft @ 1150 – 1400 rpm

	POWER		TORQUE	
RPM	hp	kW	lb ft	Nm
1150	361	269	1650	2237
1200	377	281	1650	2237
1300	408	304	1650	2237
1400	440	328	1650	2237
1500	460	343	1612	2186
1600	465	347	1526	2069
1700	460	343	1421	1927
1800	450	336	1313	1780
1900	438	327	1210	1641
2000	422	315	1107	1501

* The Fleet 450 can't be electronically uprated to higher power and torque settings. The engine has stand-alone hardware that is specifically tuned to achieving top fuel economy at the 450 hp setting.

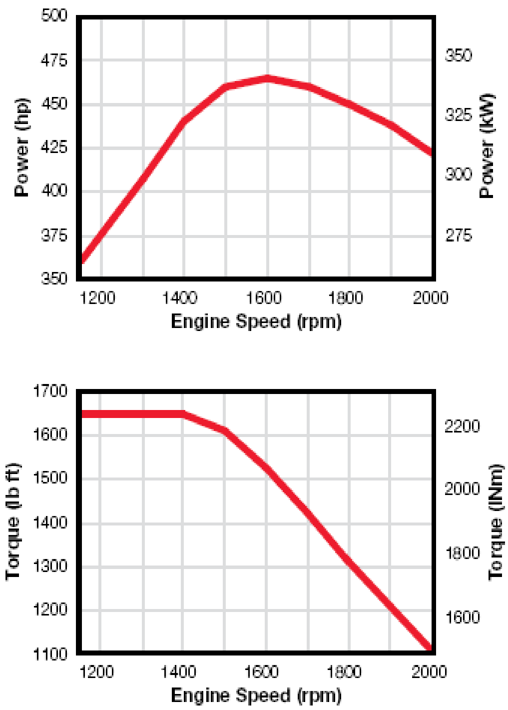


Figura 7.12 Ficha técnica del motor

Sitúese en el último recuadro de la columna de la marca escriba CUMMINS.

Después, en la última columna del modelo, escriba ISX 450.

Se sitúa en el tercer recuadro de la última fila y escriba la potencia de 450 (HP, no escriba unidades) y para el cuarto recuadro escriba 336 (kW, no escriba las unidades), en el quinto recuadro se escribe 1800 de la columna de Potencia Máxima (RPM), ya que este motor tiene la potencia máxima a una velocidad gobernada de 1800 rpm.

Ubique el sexto recuadro de la última fila y escriba 2237 que equivale al torque máximo en Nm y se escribe 1150 en el siguiente recuadro que está situado en la columna de Torque Máximo (RPM).

Para obtener el régimen (RPM) del valor del Consumo mínimo de combustible, se hace la diferencia del régimen (RPM) de los valores de la potencia máxima y el torque máximo, entonces los valores son 1800 de la potencia máxima y 1200 del torque máximo. Se hace la resta de 1800 menos 1150, y se dividen entre dos, obteniendo el valor de 325, Como se muestra en el cálculo de la ecuación 7.2

$$\text{CMC (RPM)} = (1800-1150)/2=325 \qquad (7.2)$$

Al obtener el valor de 325, sume con el valor del torque máximo que es de 1150 y se obtiene 1475, escriba este valor en el último recuadro de la columna de Consumo mínimo de combustible (RPM).

Al llenar los recuadros, se debe presionar el botón de Aceptar, como el que se muestra en la Figura 7.13.

Selecciona un Tipo de Motor de la lista [Agregar Nuevo]

Marca	Modelo	Potencia Máxima (HP)	Potencia Máxima (kW)	Potencia Máxima (RPM)	Torque Máximo (Nm)	Torque Máximo (RPM)	Consumo mínimo de combustible (g/ kW h)	Consumo mínimo de combustible (RPM)
CUMMINS	B5.9-160	160	119	2500	542	1500	196	1500
CUMMINS	B5.9-175	176	131	2500	570	1500	200	1500
CUMMINS	B5.9-190	190	142	2300	644	1500	205	1500
CUMMINS	B5.9-230	231	172	2300	820	1500	198	1500
CUMMINS	C8.3-225	225	168	2400	895	1200	197	1500
CUMMINS	ISX 450	450	336	1800	2237	1150	0	1475

[Aceptar]

Figura 7.13 Botón para realizar el alta de un motor

Ahora aparece dado de alta en el PSTM, como se muestra en la Figura 7.14.

[Cambiar]	Motor seleccionado:	Marca: CUMMINS Modelo: ISX 450 Potencia máxima: 451 HP 336 (kW) @ 1800 RPM Torque máximo: 1,650 Lb•ft (2237 Nm) @ 1150 RPM Consumo específico de combustible: 0 (g kW/h) @ 1475 RPM

Figura 7.14 Motor agregado al PSTM

7.4 Alta de un diferencial

Esta opción es empleada cuando se requiere un diferencial que no existe en la base de datos del PSTM. Cuando aparece la lista de diferenciales, se encuentra el botón de Agregar nuevo, este se presiona, para dar de alta un diferencial, como se presenta en la Figura 7.15:

En la Figura 7.16 aparecen cinco ejemplos como guía de llenado para un diferencial nuevo, se observa en la última fila, las casillas para agregar los datos para dar de alta un diferencial, además aparece el botón de aceptar, este se selecciona cuando ya se llenaron todas las casillas.

Selecciona un Diferencial de la lista [Agregar Nuevo]

Marca	Modelo	Capacidad de carga (Kg)	Relación de paso	Dual	Tipo de diferencial
SPICER	S400-S	65771	3.07	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.21	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.42	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.54	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.73	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.91	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	4.10	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	4.44	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	4.78	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	5.38	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	5.63	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.07	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.21	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.42	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.54	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.73	0.00	TANDEM
SPICER	S400-SL	65771	3.91	0.00	TANDEM

Figura 7.15 Botón para dar de alta un diferencial

Selecciona un Diferencial de la lista [Agregar Nuevo]

Marca	Modelo	Capacidad de carga (Kg)	Relación de paso	Dual	Tipo de diferencial
SPICER	S400-S	65771	3.07	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.21	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.42	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.54	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.73	0.00	TANDEM

[Aceptar]

Figura 7.16 Ejecución para dar de alta un diferencial

A continuación se presenta un ejemplo para dar de alta un diferencial**.**

Ejemplo: Dar de alta el diferencial marca EATON modelo DD454-P con una relación de paso de 4.11. La ficha técnica se muestra en la Figura 7.17

Sitúese sobre el recuadro de la última línea escriba EATON,

Ahora vaya al segundo recuadro de la columna de modelo y escriba DD454-P.

Model	DS344 DA344	DS404(P) DA404(P) DD404(P)	DS454-P DA454-P DD454-P	DS461-P DC461-P DD461-P	DS521-P DC521-P DD521-P	DS581-P DC581-P DD581-P
Max. GAW (lbs.)	34,000	40,000	45,000	46,000	52,000	58,000
Max. GCW (lbs.) Turnpike	130,000	143,000		185,000	185,000	
Highway	110,000	110,000		160,000	160,000	
On/Off Highway	75,000	75,000		130,000	130,000	
Max. GVW (Truck only, lbs.)			70,000			95,000
Ratios:						
2.64						
2.85						
3.08						
3.25						
3.36						
3.55				Not available with a CTD (3.55 only)		
3.70						
3.90						
4.11						
4.33						
4.56						
4.63						
4.88						
5.29						
5.43						
5.57						
6.14						
6.17						
6.50						
7.17						
Axle Shaft (see chart for key reference)	Key 6	Key 3	Key 3*	Key 4	Key 7	Key 7
Ring Gear Diameter (in.)	15.4	15.4	15.4	18	18	18

Figura 7.17 Ficha técnica del diferencial

En el tercer recuadro escriba 31 751, ya que la ficha técnica indica que la capacidad de carga máxima para el diferencial es de 70 000 Lbs, así que se realiza la conversión de libras a kilogramos, por lo tanto al convertir 70 000 lbs es igual a 31 751 kg.

Sitúese en la cuarta casilla de la relación de paso, en este se escribe 4.11, como lo indica la ficha técnica.

Este es un diferencial sencillo, por lo que se sitúa en el quinto recuadro de la columna de Dual y se escribe un 0 (cero).

Se ubica en último recuadro y se escribe SENCILLO.

Una vez que se llenan los recuadros con los datos del diferencial, se selecciona el botón aceptar que aparece en la parte inferior de la Figura 7.18.

Al dar de alta el diferencial, aparecerá en el PSTM, como se muestra la Figura 7.19.

Selecciona un Diferencial de la lista [Agregar Nuevo]					
Marca	Modelo	Capacidad de carga (kg)	Relación de paso	Dual	Tipo de diferencial
SPICER	S400-S	65771	3.07	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.21	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.42	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.54	0.00	TANDEM
SPICER	S400-S	65771	3.73	0.00	TANDEM
EATON	DD454-P	31751	4.11	0	SENCILLO
[Aceptar]					

Figura 7.18 Transferencia de los datos del diferencial al PSTM

[Cambiar]	Diferencial seleccionado:	Marca: EATON DD454-P Capacidad de carga: 31751 (kg) Relación de paso: 4.11, Dual: 0.00
	[Calcular gráfica]	

Figura 7.19 Diferencial entregado de alta en el PSTM

8 Conclusiones

Este manual del usuario del Programa de Selección del Tren Motriz es una guía para que los interesados en la aplicación del Programa de Selección del Tren Motriz (PSTM), que se presenta en la página *Web* del IMT, lo puedan realizar de una forma ágil y amigable.

Este manual del usuario del Programa de Selección del Tren Motriz, es un apoyo para que el transportista pueda seleccionar y evaluar el tren motriz de un vehículo de servicio pesado (VSP), considerando el uso eficiente de combustible, la capacidad de arranque y ascenso en pendiente, de una forma rápida

El PSTM presenta los componentes del tren motriz del vehículo que se ha seleccionado o evaluado, indicando el régimen del motor en donde se localiza el uso eficiente del combustible (zona verde). Al mismo tiempo indica si los cambios de la caja de velocidades se pueden realizar o no dentro de dicha zona verde.

El PSTM está programado considerando los reglamentos sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal (NOM-012-SCT-2-2008), y la Norma sobre los Límites máximos de velocidad para los vehículos de carga, pasaje y turismo que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal (NOM-EM-033-SCT-2-2002).

Bibliografía

Amaya, J.A. (2010). Sistemas de Información Hardware, Software, Redes, Internet, Universidad Santo Tomas. Colombia

Duleep, K.G., (2007). Fuel Economy of Heavy-Duty Trucks in the USA: Historical trends and Forecasts; Energy & Environmental Analysis, Inc. International Workshop Fuel Efficiency Policies for Heavy-Duty Vehicles, IEA, Paris: 21-22 June 2007 IEA / International Transport Forum [en línea] http://www.iea.org/textbase/work/workshopdetail.asp?WS_ID=306

Fitch, J. W., (1994). *Motor Truck Engineering Handbook*; 4th ed., Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale, PA . U.S. A.

Giannelli, R. A., Nam, E. K. and Helmer K.(2005). Heavy-Duty Diesel Vehicle Fuel Consumption Modeling Based on Road Load and Power Train Parameters SAE International, Paper.

Rafael, M. Cervantes, J. Lozano, A. (2010). Método para la configuración del tren motriz de vehículos de servicio pesado con uso eficiente de combustible. Publicación Técnica No. 346, Instituto Mexicano del Transporte Sanfandila, Qro. México.

SAE, (1965). Handbook Supplement 82, SAE Recommended Practice Truck Ability Prediction Procedure- J688. Society of Automotive Engineers, Inc. Two Pennsylvania Plaza, New York, N.Y. 10001

SAE, (1988). SAE J688 AUG87 Truck Ability Prediction Procedure SAE Recommended Practice, Revised August 1987. Society of Automotive Engineers, Warren dale, PA.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT, (2003). Norma Oficial Mexicana Emergente NOM-EM-033-SCT-2-2002, Transporte terrestre-Límites máximos de velocidad para los vehículos de carga, pasaje y turismo que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Diario Oficial de la Federación 28 de julio de 2003, México, D.F.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT, (2008). *Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.* DOF. Diario Oficial de la Federación, Abril 01, 2008

Carretera Querétaro-Galindo km 12+000
CP 76700, Sanfandila
Pedro Escobedo, Querétaro, México
Tel +52 (442) 216 9777 ext. 2610
Fax +52 (442) 216 9671

publicaciones@imt.mx

http://www.imt.mx/